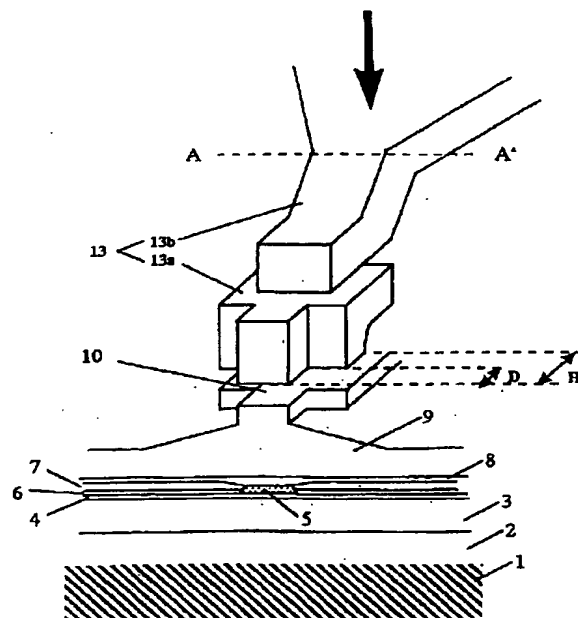


(11)特許出願公開番号

(43)公開日 平成14年1月11日(2002. 1. 11)

(全 14 頁)

5D034 BA02 BB12



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】媒体に近接する領域において、記録媒体と対向する下部コアと、記録媒体と対向する記録ギャップ層と、記録媒体と対向し記録時に上部磁極として機能する上部第一の磁性層と、記録時に上部ヨークとして機能する上部第二の磁性層とを順次積層させ、かつ、前記下部コアと前記上部第一の磁性層の端面でエアベアリング層を構成し、前記上部第二の磁性層はこのエアベアリング面に近い領域では前記上部第一の磁性層の上に積層され、後退した領域では前記記録ギャップ層上の絶縁層及び絶縁層に包みこまれた薄膜コイル上に積層され、さらに、このエアベアリング面から記録媒体とは反対の後方位置で、前記下部コアと前記上部第二の磁性層が連結され、前記上部第一の磁性層は媒体対向面における端面幅寸法で形成される前方領域と、前記前方領域の幅寸法よりも大きい幅寸法で形成される後方領域から構成され、かつ、前記上部第二の磁性層は前記上部第一の磁性層の後方領域において前記上部第一の磁性層の前方領域の幅寸法よりも大きく前記上部第一の磁性層の後方領域の幅寸法よりも小さい幅寸法で前記上部第一の磁性層と連結され、該連結領域よりも後方領域のより後退した領域において、前記上部第一の磁性層の後方領域の幅寸法よりも大きい幅寸法で形成されており、さらに前記下部コア、前記記録ギャップ層、前記上部第一の磁性層、前記上部第二の磁性層、前記絶縁層、及び前記薄膜コイルを支持する基板を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】媒体に近接する領域において、記録媒体と対向し記録時に下部ヨークとして機能する下部第一の磁性層と、記録媒体と対向する下部補助磁極層と、記録媒体と対向し記録時に下部磁極として機能する下部第二の磁性層と、記録媒体と対向する記録ギャップ層と、記録媒体と対向し記録時に上部磁極として機能する上部第一の磁性層と、記録時に上部ヨークとして機能する上部第二の磁性層とを順次積層させ、かつ、前記下部第一の磁性層、下部補助磁極層及び下部第二の磁性層と前記上部第一の磁性層の端面でエアベアリング層を構成し、前記上部第二の磁性層はこのエアベアリング面に近い領域では前記上部第一の磁性層の上に積層され、後退した領域では前記記録ギャップ層上の絶縁層及び絶縁層に包みこまれた薄膜コイル上に積層され、さらに、エアベアリング面から記録媒体とは反対の後方位置で前記下部第一の磁性層と前記上部第二の磁性層が連結され、さらに、前記下部第二の磁性層と前記上部第一の磁性層との対向間隔が記録ギャップ長に相当する長さでエアベアリング面から記録媒体とは反対側の後方まで延在するように形成され、さらに、前記下部第二の磁性層のエアベアリング面と垂直な方向の長さが下部補助磁極層の同方向の長さより長く形成し、かつ、前記下部第一の磁性層、前記下部補助磁極層、前記下部第二磁性層、前記記録ギャッ

プ層、前記上部第一の磁性層、前記上部第二の磁性層、前記絶縁層、及び前記薄膜コイルを支持する基板を有することを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】前記下部コアを、記録媒体と対向し記録時に下部ヨークとして機能する下部第一の磁性層と、記録媒体と対向する下部補助磁極層と、記録媒体と対向し記録時に下部磁極として機能する下部第二の磁性層とを順次積層して形成し、かつ、エアベアリング面から記録媒体とは反対の後方位置で前記下部第一の磁性層と前記上部第二の磁性層が連結され、さらに、前記下部第二の磁性層と前記上部第一の磁性層との対向間隔が記録ギャップ長に相当する長さでエアベアリング面から記録媒体とは反対側の後方まで延在するように形成され、さらに、前記下部第二の磁性層のエアベアリング面と垂直な方向の長さが下部補助磁極層の同方向の長さより長く形成したことを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】上部第一の磁性層を構成する磁性材料の飽和磁束密度が、記録ギャップ層側で大きく、遠い側で小さくなることを特徴とする前記請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】前記下部コアあるいは前記下部第二の磁性層と前記基板の間にシールド層、絶縁層、磁区制御層、電極と共に磁気抵抗効果素子を埋設し、記録再生複合型としたことを特徴とする請求項 1 至 4 のいずれかに記載の複合型薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】情報を記録する回転可能な磁気記録媒体と、該磁気記録媒体を回転させる手段と、該磁気記録媒体に情報を記録または該磁気記録媒体より情報を再生する薄膜磁気ヘッドと、該薄膜磁気ヘッドを前記磁気記録媒体に対してアクセスする移動手段を備え、前記磁気記録媒体が情報の記録あるいは再生時に一分あたり 10,000 回以上で回転し、記録周波数が 300 MHz 以上である磁気記録再生装置において、前記薄膜磁気ヘッドは請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドからなることを特徴とする磁気記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は複合型薄膜磁気ヘッドおよび該複合型薄膜磁気ヘッドを用いた記録再生装置に関し、特に高密度な磁気記録再生をするための複合型薄膜磁気ヘッドおよびこれを用いた磁気記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】コンピュータの記憶装置に用いられる磁気ディスク装置では、薄膜磁気ヘッドにより情報の読み書きが行われる。薄膜磁気ヘッドとしては、情報を書き込む記録ヘッドと情報を読み出すための再生ヘッドとをそれぞれ備える複合型の薄膜磁気ヘッドが一般に用いられている。

【0003】図 11、12 に従来の磁気ディスク装置に

用いられている複合型薄膜磁気ヘッドの概略を示す。図 12 はこの複合型薄膜磁気ヘッドの縦断面図であり、図 11 はその主要部の斜視図である。図 11、22 に示すように従来の複合型薄膜磁気ヘッドでは、基板 1 上に絶縁層 2、下部シールド層 3、下部絶縁層 4、磁気抵抗型素子層 5、磁区制御層 6、電極層 7、上部絶縁層 8、上部シールド兼下部コア層 9、記録ギャップ層 10、コイル層 11、絶縁層 12、上部コア層 13、保護層 14 を順次積層し構成される。この従来型の複合型薄膜磁気ヘッドでは、磁気記録媒体に対して、上部シールド兼下部

【0004】従来の薄膜磁気ヘッドにおいて、記録ヘッドを構成する上部コア層 9 は、図 11 に示すように、媒体対向面においてトラック幅を規定する幅寸法 T と同じ幅で媒体対向面から後方に向けて真っ直ぐに延び、フレアポイントと呼ばれる図中 A-A' の地点から後方に向けて広がって行く形状になる。図 11 に示すような上部コア形状が一般に広く用いられている。かかる形状とするのは、コイル電流から誘導される磁束をフレアポイント A-A' で絞り込むことにより、記録ギャップ近傍まで有効に磁束を供給させるためである。

【0005】一方、従来型の薄膜磁気ヘッドの上部コア層の形成工程には、フレイムめっき法を用いることが広く知られている。フレイムめっき法では、上部コアは、導体コイル、絶縁層を順次積層した上に、めっき用の下地膜を形成した後、ホトリソグラフィーにより所望の形状のレジストフレイムを形成し、その後フレイムが形成された基板上にパーマロイ等の磁性膜をめっきする。次にホトリソグラフィーによりフレイムで囲まれた領域をレジストでマスクして、ウェットエッチングにより不要な磁性膜を除去し、上部コア層を一括して形成するというものである。

【0006】ところで、近年磁気ディスク装置の大容量化・高速アクセス化の傾向はますます著しくなり、それに伴って薄膜磁気ヘッドの高性能化が要求されている。

【0007】磁気ディスク装置の記憶容量を高めるためには、単位面積当たりに記録される情報量、すなわち、面記録密度を高密度化する必要がある。そのためには、トラック密度と線記録密度の向上が課題となる。

【0008】これらのうちトラック密度向上のためには、薄膜磁気ヘッドのトラック幅を微細、高精度化する必要がある。

【0009】しかしながら、従来型の薄膜磁気ヘッドで

は、図 12 に示すように、上部コア層 13 は、コイル層 11 および絶縁層 12 を積層した後に形成されるため、コイル層 11 や絶縁層 12 の作る約 9~15  $\mu\text{m}$  程度の大きな段差の下部にトラック幅を規定する磁極先端部をパターン形成する必要がある。具体的には、上部コア層 13 の膜厚 3~4  $\mu\text{m}$  に対して、レジストの膜厚は 4~5  $\mu\text{m}$  程度必要である。従って、段差の下部ではレジストの膜厚は 10  $\mu\text{m}$  以上にも及んでしまうことになる。一方、上部コア層 13 における磁極先端部のトラック幅は、現在 1  $\mu\text{m}$  以下のものが主流であるため、従来型の薄膜磁気ヘッドでは、膜厚が 10  $\mu\text{m}$  以上のレジストで 1  $\mu\text{m}$  以下のトラック幅を形成することになる。しかしながら、このようにトラック幅に対してレジスト膜の膜厚が厚くなりすぎると、レジスト露光時のパターンくずれや解像度の低下などが原因で、正確にトラック幅を形成することが実質的に困難となっていた。

【0010】このような問題を解決する手段として、特開平 11-149621 号公報や特開平 11-203630 号では、上部コアを、上部磁極として機能する第一の磁性層と、第一の磁性層にコイル電流により誘導された磁束を供給する第二の磁性層の二つに分割して形成する構造が開示されている。この構造によれば、上部コアを前述した 2 つの部分に分割して形成するため、トラック幅を規定する第一の磁性層の段差を大幅に小さくすることが出来る。さらには特開平 11-7609 号公報にはこの段差を解消した構造が開示されている。これらの方法により 1  $\mu\text{m}$  以下のトラック幅でも高精度にパターン形成することが可能となった。

【0011】一方、磁気ディスク装置のデータ転送速度の高速化のため、記録媒体上に情報を記録する際の周波数は急激に増加し、近年では 300 MHz 以上に達しようとしている。このような高周波領域では、記録に必要な磁界を確保するとともにコイルに流す記録電流の時間的変化に対して、記録ギャップから発生する磁界の時間的変化が十分に追従できるような構造にすることが、必要な高周波記録特性を確保する上で重要となる。

【0012】しかしながら、上述した公知例では、狭トラック幅を形成可能な構造またはその形成方法や記録にじみを防止する構造に関して検討を行ったものであり、300 MHz にもおよぶ高周波特性の向上に関連して構造を検討した内容はこれまでに報告されていない。上述の公知例における、高周波特性向上という観点から見た場合の問題点は下記に述べる通りである。

【0013】すなわち、高周波記録に関して、上部コアを二分割して形成する複合型薄膜磁気ヘッドで特に重要なことは、第一の磁性層と第二の磁性層との接続領域における形状にある。図 13、図 14、図 15 は前記公知例、特開平 11-149621 号公報で開示された上部コアを二分割して形成する複合型薄膜磁気ヘッドの一例である。図 14 はこの複合型薄膜磁気ヘッドの縦断面図

あり、図 13 はその主要部の斜視図である。なお、図中に示した矢印はコイルに電流を流したときに磁路内を流れる磁束の様子を示したものである。また、図 15 は、第一の磁性層 13a と第二の磁性層 13b を図 13 に示した矢印の方向からみた図である。

【0014】図 13 では第一の磁性層 13a にフレアポイント A-A' を形成し、フレアポイント A-A' よりも媒体対向面から離れる領域で主に第一の磁性層 13a と第二の磁性層 13b が磁氣的に接続されている。ここで図 14 からわかるように、コイル電流により誘導された磁束は、第一の磁性層 13a と第二の磁性層 13b の接続面に対して、ほぼ垂直な方向で第一の磁性層 13a から第二磁性層 13b へと流入する。このため、磁束が流入する方向に対して垂直な平面内、すなわち接続面内において、図 15 に示す矢印の向きに渦電流が生じる。この接続面積が大きいと、生じる渦電流も大きくなり、高周波記録特性が悪化する。図 14 に例として示した上部コアを二分割して形成する複合型薄膜磁気ヘッドでは、フレアポイント A-A' から媒体対向面側と反対の側で、トラック幅よりも十分に幅広な領域において、第一の磁性層 13a と第二の磁性層 13b とが、主として接続されるため、この接続面積が大きくなり、大きな渦電流が生じ、高周波記録特性が悪くなる。したがって、このような上部コアを二分割して形成する複合型薄膜磁気ヘッドでは、高周波記録に対応して、第一の磁性層と第二の磁性層との接続部分での形状を適正化する必要があった。

【0015】また、図 10 には特開平 11-7609 で開示されている複合型薄膜磁気ヘッドの一例をしめす。ここでは、先に述べたように第一の磁性層に対する絶縁層による段差を解消した構造が開示されている。この構造では、第一の磁性層と下部コア層とのギャップ層を介した対向面の間隔がギャップ長さに相当する間隔で媒体対向面から離れる方向に向って延在する構成となる。このため、媒体対向面と反対側の第一の磁性層と下部コア層との記録ギャップ層を介して対向する領域において、磁束漏洩が大きくなり、記録磁界が減少し、高密度・高周波記録において十分な書き込み磁界を得ることができないという問題があった。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は高記録密度・高周波特性の向上に関する、上述の問題点を解決して、第一の磁性層と第二の磁性層の接続面で生じる渦電流による高周波記録特性悪化への影響を軽減し、300MHz 以上の高周波記録領域において 1μm 以下の狭トラック幅でも十分な記録能力を有する複合型薄膜磁気ヘッドを提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明では下記的手段を用いた。

【0018】すなわち、複合型薄膜ヘッドの記録機能部を構成する磁性部材の構成を少なくとも、下部コア、記録ギャップ層、上部磁極を構成する上部第一の磁性膜と、上部ヨークとして機能する上部第二の磁性膜から構成し、トラック幅寸法の高精細加工が可能な構成とすると共に、上部第一、及び、上部第二の接続領域の形状を渦電流発生を軽減できる構成とすることにより、複合型薄膜磁気ヘッドの高周波特性を高記録密度と共に実現した。

【0019】また、かかる構成により高密度記録・高周波特性の向上を図ると共に、磁気回路を構成する磁性層の役割をさらに細分化させ、かつ、積層膜として構成されるこれらの磁性層の相対的形状の改良により、磁性層構成・幾何学的形状に依存する磁界分布、磁界強度の改良・向上効果も合わせて、複合型薄膜磁気ヘッドの高周波特性の更なる向上を実現した。

【0020】複合型薄膜ヘッドの記録機能部の構成として、まず、媒体に近接する領域において、記録媒体と対向する下部コアと、記録媒体と対向する記録ギャップ層と、記録媒体と対向し記録時に上部磁極として機能する上部第一の磁性層と、記録時に上部ヨークとして機能する上部第二の磁性層とを順次積層させ、かつ、前記下部コアと前記上部第一の磁性層の端面でエアベアリング層を構成し、前記上部第二の磁性層はこのエアベアリング面に近い領域では前記上部第一の磁性層の上に積層され、後退した領域では前記記録ギャップ層上の絶縁層及び絶縁層に包みこまれた薄膜コイル上に積層され、さらに、このエアベアリング面から記録媒体とは反対の後方位置で、前記下部コアと前記上部第二の磁性層が連結され、前記上部第一の磁性層は媒体対向面における端面幅寸法で形成される前方領域と、前記前方領域の幅寸法よりも大きい幅寸法で形成される後方領域から構成され、かつ、前記上部第二の磁性層は前記上部第一の磁性層の後方領域において前記上部第一の磁性層の前方領域の幅寸法よりも大きく前記上部第一の磁性層の後方領域の幅寸法よりも小さい幅寸法で前記上部第一の磁性層と連結され、該連結領域よりも後方領域のより後退した領域において、前記上部第一の磁性層の後方領域の幅寸法よりも大きい幅寸法で形成した。

【0021】本手段によれば、まず第二の磁性層において、上述したフレアポイントで磁束を絞り込んだ後に上部第一の磁性層と上部第二の磁性層とを磁氣的に接続するため、接続面積を小さくすることができる。これより、第一の磁性層と第二の磁性層との接続面において、渦電流による高周波記録特性悪化への影響を軽減することができる。

【0022】また、上部第一の磁性層と上部第二の磁性層との接続領域における上部第二磁性層の幅寸法は、上部第一の磁性層の後方領域における幅寸法よりも狭いため、接続領域での磁束漏洩を抑制でき、上部第二の磁性

層から上部第一の磁性層へと磁束を有効に供給することができる。

【0023】さらに、第一の磁性層と第二の磁性層との接続領域における第二磁性層の幅寸法と、第一の磁性層の後方領域の幅寸法は、双方ともにトラック幅に相当する第一の磁性層の前方領域の幅寸法よりも幅広となるため、コイル電流から誘導される磁束の損失が小さく、記録時に必要な磁束を媒体対向面近傍の記録ギャップ部まで十分に供給することが可能となる。

【0024】また、第一の磁性層の後方領域における幅寸法が、接続領域における第二の磁性層の幅寸法よりも幅広であるため、接続領域において位置ずれが生じたとしても、接続面積の変化がないため、プロセスマージンが大きくなる。

【0025】すなわち、本発明に係る構成にすることにより、渦電流による高周波記録特性悪化への影響を軽減できる上に、第二の磁性層においてフレアポイントで絞り込んだ磁束を媒体対向面近傍の記録ギャップ部まで有効に供給することが可能となるため、300MHz以上の高周波領域において、1μm以下の狭トラック幅でも十分な記録能力を有する複合型薄膜磁気ヘッドを実現することができる。

【0026】また、媒体に近接する領域において、記録媒体と対向し記録時に下部ヨークとして機能する下部第一の磁性層と、記録媒体と対向する下部補助磁性層と、記録媒体と対向し記録時に下部磁極として機能する下部第二の磁性層と、記録媒体と対向する記録ギャップ層と、記録媒体と対向し記録時に上部磁極として機能する上部第一の磁性層と、記録時に上部ヨークとして機能する上部第二の磁性層とを順次積層させ、かつ、前記下部第一の磁性層、下部補助磁極及び下部第二の磁性層と前記上部第一の磁性層の端面でエアベアリング層を構成し、前記上部第二の磁性層はこのエアベアリング面に近い領域では前記上部第一の磁性層の上に積層され、後退した領域では前記記録ギャップ層上の絶縁層及び絶縁層に包みこまれた薄膜コイル上に積層され、さらに、エアベアリング面から記録媒体とは反対の後方位置で前記下部第一の磁性層と前記上部第二の磁性層連結が連結され、さらに、前記下部第二の磁性層と前記上部第一の磁性層との対向間隔が記録ギャップ長に相当する長さでエアベアリング面から記録媒体とは反対側の後方まで延在するように形成され、さらに、下部第二の磁性層のエアベアリング面と垂直な方向の長さが下部補助磁性層の同方向の長さより長く形成した。

【0027】本手段のような構成の複合型薄膜磁気ヘッドでは、上部第一の磁性層が平坦に形成されるため、絶縁層による段差がない分、さらに高精度のトラック幅形成が可能となる。

【0028】さらに、下部第二の磁性層の媒体対向面に垂直な方向の長さを、補助磁極層の媒体対向面に垂直な

方向の長さより長くする構成とするために、下部第二と補助磁極層とが接続しない領域では、記録ギャップを介して上部第一のから下部第二の磁性層へと磁束漏洩があるものの、下部第二磁性層はこの領域で補助磁極層と磁氣的に接続されていないため、磁氣的に飽和する。このように下部第二の磁性層が磁氣的に飽和すると、下部第二の磁性層と補助磁性層が接続しない領域において、記録ギャップを介して上部第一の磁性層から下部第二の磁性層へと磁束が漏洩しにくくなる。すなわち、下部第二の磁性層と補助磁極層とが接続しない領域において磁束漏洩を抑制できるため、コイルから誘導される磁束を媒体対向面における記録ギャップ近傍部のみに集中させることが可能となる。

【0029】また、上部第一の磁性層を構成する磁性材料の飽和磁束密度が、記録ギャップ層側で大きく、遠い側で小さくなるよう、上部第一の磁性層の飽和磁束密度を調整した。

【0030】更に、上記の記録機能部を再生機能部と重ねて形成させることにより、高周波特性の優れた複合型薄膜磁気ヘッドを実現し、かつ、かかる複合型薄膜磁気ヘッドを用いることにより高周波特性の優れた高記録密度の磁気記録再生装置の実現を可能とした。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例にもとづき図面を参照して説明する。

【0032】

【第一実施例】図2は本発明の第一の実施例における複合型薄膜磁気ヘッドの縦断面図、図1は同ヘッドの主要部の斜視図である。また、図3は本発明の第一の実施例における複合型薄膜磁気ヘッドの上部コア層13を図1の矢印の方向からみたときの平面図である。

【0033】図2に示すように、本発明に係る複合型薄膜磁気ヘッドでは、セラミック基板1上に絶縁層2を介してNiFe等の磁性膜を積層した下部磁気シールド層3が形成されている。下部磁気シールド層上にはA12O3等の絶縁材料より形成される下部絶縁層4を介して磁気抵抗型素子層5、磁区制御層6、電極層7が順次積層されている。磁気抵抗型素子層5および電極層7を覆って形成される上部絶縁層8の上には、後述する記録ヘッドの下部コア層としての機能を兼ねる上部シールド層9を積層し、再生ヘッドを構成する。ここで、下部コア層を兼ねる上部シールド層9の記録ギャップ側の幅寸法は、媒体対向面からみて後述する第一の磁性層13aの記録ギャップ側の幅寸法と同じ幅となるように形成される。下部コア層を兼ねる上部シールド層9の記録ギャップ側の幅寸法と第一の磁性層13aの記録ギャップ側の幅寸法とを同一の幅とするのは、トラック端部からの漏洩磁界を抑制し、記録にじみを低減させるためである。そして、この再生ヘッド上に各磁性層から構成される記録ヘッドが形成される。

【0034】ここで、下部コア層を兼ねる上部シールド層 9 の記録ギャップ側の幅寸法は、媒体対向面からみて後述する第一の磁性層 13 a の記録ギャップ側の幅寸法と同じ幅となるように形成される。下部コア層を兼ねる上部シールド層 9 の記録ギャップ側の幅寸法と第一の磁性層 13 a の記録ギャップ側の幅寸法とを同一の幅とするのは、トラック端部からの漏洩磁界を抑制し、記録にじみを低減させるためである。そして、この再生ヘッド上に各磁性層から構成される記録ヘッドが形成される。

【0035】下部コア層 9 の上には絶縁膜からなる記録ギャップ層 10 が積層され、その上に絶縁層 12、コイル層 11、上部コア層 13 を形成して、記録ヘッドを構成する。

【0036】ここで、上部コア層 13 は、記録媒体と対向する一端で上部磁極として機能する上部第一の磁性層 13 a と、上部ヨークとして機能する上部第二の磁性層 13 b との二つの磁性層から構成される。上部第一の磁性層 13 a は記録媒体と対向する一端で上部磁極として機能する。上部第二の磁性層 13 b は記録媒体とは反対の後方位置で下部コア層 9 と磁気的に連結され、コイル電流から誘導される磁束を上部第一の磁性層 13 a に伝達する機能を有する。

【0037】上部第一の磁性層 13 a は、トラック幅と等しい端面幅寸法 W1 で形成される前方領域 13 a 1 と、前方領域の幅寸法 W1 よりも広い幅寸法 W2 で形成される後方領域 13 a 2 から構成されている。

【0038】上部第二の磁性層 13 b は、上部第一の磁性層 13 a の後方領域 13 a 2 で上部第一の磁性層の前方領域 13 a 1 の幅寸法 W1 よりも広く、該上部第一の磁性層の後方領域 13 a 2 の幅寸法 W2 よりも狭い幅寸法 W3 で該上部第一の磁性層と連結され、該連結領域より後退した領域において、前記上部第一の磁性層の後方領域の幅寸法よりも大きい幅寸法で形成され、徐々に幅方向に広がっていく形状となっている。

【0039】かかる構成においては、まず第二の磁性層において、上述したフレアポイントで磁束を絞り込んだ後に上部第一の磁性層と上部第二の磁性層とを磁気的に接続するため、接続面積が小さくなっている。その結果、上部第一の磁性層と上部第二の磁性層との接続面における、渦電流による高周波記録特性悪化を軽減することができる。

【0040】また、上部第一の磁性層と上部第二の磁性層との接続領域における上部第二磁性層の幅寸法は、上部第一の磁性層の後方領域における幅寸法よりも狭いため、接続領域での磁束漏洩を抑制でき、上部第二の磁性層から上部第一の磁性層へと磁束を有効に供給することができる。

【0041】さらに、上部第一の磁性層と上部第二の磁性層との接続領域における上部第二磁性層の幅寸法と、上部第一の磁性層の後方領域の幅寸法は、双方ともにト

ラック幅に相当する上部第一の磁性層の前方領域の媒体対向端面における幅寸法よりも幅広となるため、記録時に必要な磁束を媒体対向面近傍の記録ギャップ部まで十分に供給することが可能となる。

【0042】すなわち、本実施例の薄膜磁気ヘッドでは、渦電流による高周波記録特性悪化を軽減できる上に、上部第二の磁性層においてフレアポイントで絞り込んだ磁束を媒体対向面近傍の記録ギャップ部まで有効に供給することが可能となるために、300 MHz 以上の高周波領域において、1 μm 以下の狭トラック幅でも十分な記録能力を有する複合型薄膜磁気ヘッドを実現することができる。

【0043】次に本発明の第一の実施例における複合型磁気ヘッドの製造工程について説明する。

【0044】まず、アルチックなどのセラミック材料からなる精密研磨された基板 1 上に Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> や SiO<sub>2</sub> 等の高絶縁、非磁性材料からなる絶縁層 2 をスパッタリング法、蒸着法、CVD 法を用いて 5~10 μm の厚みで成膜し、この絶縁層 2 上に下部シールド層を 3 μm 程度の厚みで形成する。下部シールド層 3 は、パーマロイやセンダスト等からなる軟磁性材料スパッタリングあるいは電解メッキなどを用いて積層する。下部シールド層 3 の上には Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等からなる下部絶縁層 4 をスパッタなどにより成膜し、その上に各種磁性層から形成される磁気抵抗効果型素子層 5 を所望のパターン形状に形成する。磁気抵抗効果型素子層 5 としては、異方性磁気抵抗効果型 (AMR) 素子や AMR 素子よりも大きな再生出力が得られる巨大磁気抵抗効果型 (GMR) 素子が用いられる。

【0045】続いて、この磁気抵抗効果型素子層 5 の不要部分をイオンミリングを用いて除去した後、磁気抵抗効果型素子層 5 を磁気的に安定化させることを目的とする CoCrPt などの硬磁性材料からなる磁区制御層 6、磁気抵抗効果型素子層 5 に検出電流を供給することを目的とする Au、Ta、Cu、Al などの導電性材料を積層した電極層 7 を磁気抵抗効果型素子層 5 の左右に順次形成する。

【0046】その上に Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 等からなる上部絶縁層 8 を積層する。その上には、下部コア層 9 をスパッタや電解めっきで成膜して、再生ヘッドが形成される。この下部コア層 9 はパーマロイ等の軟磁性材料からなり、磁気抵抗効果型素子層 5 の上部シールドとしての機能を兼ね備える。

【0047】次に、下部コア兼上部シールド層 9 の上に、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> や SiO<sub>2</sub> などの絶縁膜を成膜し記録ギャップ層 10 を形成する。その上にスローとハイトの基準となる絶縁層 12 c を 0.2 μm 程度の厚みで形成する。

【0048】絶縁層 12 c を形成した後、その上に上部コア層を 13 を 4 μm 程度の厚みで形成する上部第一の

磁性層 13a をフレームメッキ法を用いて所望の形状に形成する。このとき上部第一の磁性層 13a を後方領域 13a2 の幅寸法 W2 と同一の幅寸法になるように形成する。続いてイオンミリングを用いて、不要な部分を除去することにより、所望のトラック幅に等しい幅寸法 W1 になるように前方領域 13a1 を形成する。

【0049】ここで後方領域 13a2 の幅寸法 W2 は前方領域 13a1 の幅寸法 W1 の二倍以上にすることが望ましい。このような構成にすると磁束を媒体対向面付近の記録ギャップ近傍まで有効に供給できるため発生磁界が大きくなり、良好な記録特性を得ることができる。前方領域 13a2 の幅寸法 W を  $0.6\mu\text{m}$  に形成する場合、後方領域の幅寸法を  $1.2\mu\text{m}$  以上に形成することが望ましい。

【0050】さらに、上部第一の磁性層 13a の前方領域 13a1 の長さ D をスロートハイト H よりも短く形成すると、媒体対向面近傍部まで磁束をより有効に供給することが可能となる。具体的にはスロートハイト H を  $1.0\mu\text{m}$  に形成する場合、前方領域 13a1 の長さ D を  $0.5\mu\text{m}$  に形成する。

【0051】また、媒体対向面からみて上部第一の磁性層 13a の幅寸法と下部コア層 9 の記録ギャップ側の幅寸法とを同一に揃えるように加工することにより、トラック端部からの記録にじみを低減することができる。

【0052】上部第一の磁性層 13a を構成する磁性材料としては、パーマロイやパーマロイよりも飽和磁束密度の高い Fe 組成を増やした FeNi 合金や CoMnFe 等が用いられる。上部第一の磁性層 13a を構成する磁性材料の飽和磁束密度を記録ギャップ層 10 に近い側で大きく、遠い側で小さくするような二層構造で形成してもよい、このような二層構造にすると、トラック幅全体にわたって、記録磁界および磁界勾配が均一な分布となるため、記録特性が向上する。

【0053】具体的には、例えば、上部第一の磁性層 13a の記録ギャップ層 10 に近い側の層を Fe 組成を増やした FeNi 合金で形成し、遠い側の層をパーマロイで形成する。

【0054】次にイオンミリングでトラック幅を形成後、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> などの絶縁層 12b を第一の磁性層 13a よりも厚く成膜し、機械化学的研磨 (CMP) を用いて平坦化処理を施し、上部磁性層 13a の表面を露出させる。続いて、Cu などの導電性材料からなるコイル層 11、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> や SiO<sub>2</sub> などの絶縁層 12a を順次形成する。ここで、図 2 にはコイル層 11 として一層のみを図示してあるが、コイル層を二層や三層の多層にしても特に問題はない。

【0055】絶縁層 12a を形成後、パーマロイなどの軟磁性材料からなる上部第二の磁性層 13a をフレームメッキ法により所望の形状に形成する。このとき、上部第二の磁性層 13b は、CMP により平坦化した上部第

一の磁性層 13a の後方領域 13a2 の表面において、上部第一の磁性層 13a の前方領域 13a1 の幅寸法 W1 より広く、後方領域 13a2 の幅寸法 W2 より狭くなるように形成する。

【0056】また、コイル電流より誘導された磁束を媒体対向面近傍の記録ギャップまで有効に供給するためには、上部第二の磁性層 13b の上部第一の 13a との接続領域における幅寸法 W3 はできるだけ広い方が望ましい。プロセス公差も併せて考えると本実施例では上部第二の磁性層 13b の上部第一の磁性層 13a との接続領域における幅寸法 W3 を上部第一の磁性層 13a の後方領域 13a2 の幅寸法 W2 の 0.8 倍にすることが望ましい。

【0057】例えば、上部第一の磁性層 13a の前方領域 13a1 の幅寸法 W1 を  $0.6\mu\text{m}$ 、後方領域 13a2 の幅寸法 W2 を  $2.0\mu\text{m}$  にする場合、上部第二の磁性層 13b の上部第一の磁性層 13a との接続領域における幅寸法 W3 を  $1.6\mu\text{m}$  に形成する。

【0058】そして全体を保護膜 14 で覆って本発明に係る複合型薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0059】また、上部シールド層兼下部コア層 9 は、上部シールド層と下部コア層を分離して形成してもよい。この場合、上部シールド層を形成後、絶縁層を介して、さらに下部コア層を形成すればよい。このように上部シールド層と下部コア層を分離して形成すると、情報を読み込む磁気抵抗効果型素子と記録ギャップとの距離が離れるため、記録磁界の磁気抵抗型素子への影響を軽減でき、安定した出力を得ることができる。具体的には、上部絶縁層を形成後、パーマロイなどの軟磁性材料からなる上部シールド層をめっきやスパッタなどで形成後、絶縁層として SiO<sub>2</sub> や Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> を積層し、さらにその上にパーマロイなどで下部コア層を形成する。

【0060】さらに、上部シールド兼下部コア層 9 は、コイル電流から誘導される磁束を記録ギャップに伝達する部分と実質的に下部磁極として機能する部分との二つに分けて形成してもよい。

【0061】このように形成された本発明に係る複合型薄膜磁気ヘッドでは上部第一の磁性層 13a と上部第二の磁性層 13b との接続面に生じる渦電流による高周波記録特性悪化への影響を軽減することが可能となる。

【0062】

【第二実施例】さらに、本発明に係る第二の実施例を図 4 及び図 5 を参照して説明する。図 5 は第二の実施例の複合型薄膜磁気ヘッドの縦断面図、図 4 は同ヘッドの主要部の斜視図である。

【0063】本実施例においては基板 1 上に絶縁層 2 を積層した後、下部シールド層 3、下部絶縁層 4、磁気抵抗効果型素子層 5、磁区制御層 6、電極層 7、上部絶縁層 8、上部シールド層 9b を順次形成し、再生ヘッドが形成される。ここまでの本実施例における複合型薄膜磁

10

20

30

40

50

気ヘッドの構成は第一の実施例と同一である。しかし、以下に述べる点に第一の実施例と異なるいくつかの特徴がある。

【0064】下部コア9の上には絶縁膜からなる記録ギャップ層10が積層され、その上にコイル層11、上部コア層13を形成して、記録ヘッドを構成する。

【0065】ここで、上部コア層13は、上部第一の磁性層13aと、上部第二の磁性層13bとの二つの磁性層から構成される。上部第一の磁性層13aは記録媒体と対向する一端で上部磁極として機能する。上部第二の磁性層13bは記録媒体と対向しない一端で下部コア層9と磁気的に接続され、コイル電流から誘導される磁束を上部第一の磁性層13aに伝達する機能を有する。

【0066】また、下部コア9は、図4、図5に示すように、下部第一の磁性層9b、下部第二の磁性層9a、及び補助磁極層9cの三つの磁性層から構成される。下部第一の磁性層9bは記録媒体と対向しない一端で上部第二の磁性層13bと連結され下部第二の磁性層9aにコイル電流からの磁束を供給する機能を有すると同時に再生ヘッドに対して上部シールドの機能も兼ねる。下部第二の磁性層9aは、記録媒体に対向する一端で下部磁極として機能する。補助磁極層9cは記録媒体と対向する一端で下部第一の磁性層9bと下部第一の磁性層9aとを磁気的に接続する。

【0067】ここで、下部第二の磁性層9aの記録ギャップに対向する面と上部第一の磁性層13aの記録ギャップに対向する面の間隔が、記録ギャップ長に相当する長さでエアベアリング面から記録媒体とは反対側の後方まで延在するよう形成されている。さらに、下部第二の磁性層9aのエアベアリング面に垂直な方向の長さL1が、補助磁極層9cの同方向の長さL2より長くする構成となつてなっている。

【0068】このような構成の複合型薄膜磁気ヘッドでは、上部第一の磁性層13aが記録ギャップ層10の平坦な表面上に形成されることとなるため、絶縁層の段差がない分、さらに高精度なトラック幅形成が可能になる。

【0069】さらに、下部第二の磁性層9aのエアベアリング面に垂直な方向の長さL1を、補助磁性層9cの同方向の長さL2より長くすることにより下部第二の磁性層9aと補助磁極層9cとが接続しない領域が形成される。この領域では磁束漏洩を抑制することができるため、コイルから誘導される磁束を媒体対向面における記録ギャップ近傍部のみに集中させることが可能となる。

【0070】次に本発明の第二の実施例における複合型磁気ヘッドの製造工程について説明する。なお、基板1に絶縁層2を形成する工程から、磁気抵抗効果型素子の上部シールドとしての機能を兼ねる下部第一の磁性層9bを形成する工程までは、第一の実施例と全く同一な工程である。

【0071】磁気抵抗効果型素子の上部シールドとしての機能を兼ねる下部第一の磁性層9bをパーマロイ等の軟磁性材料から形成した後、同じくパーマロイ等からなる補助磁性層9cをフレームメッキめっき法とイオンミリングとを組み合わせることで所望の形状に形成する。

【0072】そして補助磁極層9cを絶縁層12cで覆って、CMPにより平坦化処理を施した後、補助磁極層9cの表面を露出させる。その後、下部コアの下部磁極として機能する下部第二の磁性層9a、記録ギャップ層10、上部コアの磁極として機能する上部第一の磁性層13aの三層をフレームめっき法を用いて、所望の形状に一括形成する。

【0073】このため、媒体対向面において、下部第二の磁性層9aと上部第一の磁性層13aの記録ギャップ側の幅寸法は同一の幅に形成されることになる。また、下部第二の磁性層9aのエアベアリング面に対して垂直な方向の長さL1は、補助磁極層9cの同方向の長さL2よりも長い構成となるように形成する。

【0074】この時、下部第二の磁性層9aのエアベアリング面に対して垂直な方向の長さL1は、補助磁極層9cの同方向の長さL2の3倍以上に形成することが望ましい。このL2を1 $\mu$ mに形成する場合、L1は3 $\mu$ m以上に形成する。

【0075】下部第二の磁性層9aと上部第一の磁性層13aを構成する磁性材料は、パーマロイやパーマロイよりも飽和磁束密度の高いFe組成を増やしたFeNi合金やCoNiFe等が用いられる。

【0076】さらに、下部第二の磁性層9a、記録ギャップ層10、上部第一の磁性層13aの三層を一括形成するとき、電解めっきを用いる場合は、記録ギャップ層10の材料には絶縁物を用いることができないため、非磁性導電性材料であるCu、Taなどを用いる。

【0077】その後、再び全体を絶縁層12bで覆って、CMPによる平坦化処理により上部第一の磁性層13aの表面を露出させた後、その上にコイル層11、絶縁層12aを形成する。続いて、パーマロイなどの軟磁性材料からなる上部第二の磁性層13bをフレームめっき法により所望の形状に形成する。この時上部第二の磁性層13bは、CMPにより平坦化した表面上にフレームめっき法等を用いて形成する。そして全体を保護膜14で覆って本発明の第二の実施例である複合型薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0078】第二の実施例の構成の複合型薄膜磁気ヘッドでは、下部第二の磁性層9a、記録ギャップ層10、上部第一の磁性層13aの三層はフレームめっき法を用いて、一括して形成する。したがって、上述した理由から高精度にパターン形成されたレジストフレームにより、下部第二の磁性層9a及び上部第一の磁性層13aの記録ギャップ側の幅寸法が形成されるため、これら二つの幅寸法の合わせ精度も向上する。



【0079】さらに、図6に示すように第一の実施例で説明した上部コア構造を用いることにより、渦電流による高周波記録特性悪化への影響を軽減することのできる複合型薄膜磁気ヘッドを実現できる。

【0080】

【第三実施例】図7に本発明に係る薄膜磁気ヘッドを用いた磁気ディスク装置の一例を第三の実施例として示す。

【0081】同装置は情報を記録する回転可能な磁気記録媒体51と、該磁気記録媒体を回転させる手段52と、該磁気記録媒体に情報を記録または該情報磁気記録媒体より情報を再生する複合型薄膜磁気ヘッド53と、該複合型薄膜磁気ヘッドを前記磁気記録媒体にアクセスさせる手段54と、該複合型薄膜磁気ヘッドへの信号入力手段と該複合型薄膜磁気ヘッドからの出力信号再生を行う記録再生信号処理手段55と、該複合型薄膜磁気ヘッドがアンロード時に待避する機構部56を図7に示すように構成した。

【0082】このように構成した装置で第一の実施例及び第二の実施例で述べた本発明による記録ヘッドの性能をオーバーライト特性測定で評価した結果、300MHz以上の高周波領域でも30dB以上の優れた高周波記録特性が得られた。

【0083】本発明及び従来の薄膜磁気ヘッドの高周波記録特性比較評価の一例を図9に示す。本図において横軸が記録周波数(MHz単位)、縦軸が信号のオーバーライト特性(dB単位)である。同図中、黒丸が本発明の第一の実施例に示した薄膜磁気ヘッド、白丸が図13に示した従来の薄膜磁気ヘッドによる周波数特性の測定結果である。本発明の薄膜磁気ヘッドにより高周波特性が大幅に向上しており、この結果は、上述のごとく、本発明により300MHzを越える高周波領域においても、30dB以上の優れた高周波記録特性が得られたことを示す一例である。

【0084】また、本第三の実施例によれば、下記に述べる高記録密度磁気媒体に対しても、高周波領域で十分記録可能であり、記録周波数300MHz以上、磁気ディスク回転数10,000rpm以上の高速データ転送が可能であり、また、本発明第一及び第二の実施例では磁気抵抗効果型素子を有する再生ヘッドと複合されることから、上記のように、高周波記録特性の優れた面記録密度20GB/in<sup>2</sup>以上、転送速度80MB/s以上の情報記録再生装置が得られる。

【0085】前記磁気ディスクは、図8に示すように基板61として用いられるガラス、化学強化されたソーダアルミノ珪酸ガラスまたはセラミックスを主成分とする剛性基体上にCrを主成分とした下地膜を形成した後Coを主成分とする磁性膜62を15nmの厚みで形成する。さらにその上に、保護膜63を4nmの厚みで形成した上にパーフルオロアルキルポリエーテル等を主成分

とする潤滑剤を塗布して厚さ2nmの潤滑膜64を形成する。

【0086】前記Coを主成分とする磁性膜62はCr、Ptから選ばれる少なくとも一つの元素を含んでいてもよい。本実施例ではCo-21原子%-15原子%Pt合金ターゲットを用いて磁気記録媒体を形成したが、18原子%よりも添加濃度を減少すると媒体ノイズが増大するため、添加するCrの濃度は18原子%から23原子%の範囲であってもよい。白金添加濃度を12原子%よりも減少すると媒体の残留磁束密度と磁性膜の厚さの積Br<sub>t</sub>が3mA以下の時に、記録後長時間保持すると熱的なゆらぎが生じ易くなる。また白金添加濃度を30原子%を超えて添加すると重ね書き特性が劣化した。これらの結果から、添加する白金の添加濃度は12原子%以上30原子%以下であることが好ましい。さらに、添加元素として、B、Pを選択することにより、磁性層の結晶粒径が微細化し、媒体ノイズの低減に役立つ。これらの添加元素の量は最大8原子%とすることがターゲットの量産性の点から好ましい。

【0087】以上の実施例から明らかなように、媒体に近接する領域において、記録媒体と対向する下部コアと、記録媒体と対向する記録ギャップ層と、記録媒体と対向し記録時に上部磁極として機能する上部第一の磁性層と、記録時に上部ヨークとして機能する上部第二の磁性層とを順次積層させ、かつ、前記下部コアと前記上部第一の磁性層の端面でエアベアリング層を構成し、前記上部第二の磁性層はこのエアベアリング面に近い領域では前記上部第一の磁性層の上に積層され、後退した領域では前記記録ギャップ層上の絶縁層及び絶縁層に包みこまれた薄膜コイル上に積層され、さらに、このエアベアリング面から記録媒体とは反対の後方位置で、前記下部コアと前記上部第二の磁性層が連結され、前記上部第一の磁性層は媒体対向面における端面幅寸法で形成される前方領域と、前記前方領域の幅寸法よりも大きい幅寸法で形成される後方領域から構成され、かつ、前記上部第二の磁性層は前記上部第一の磁性層の後方領域において前記上部第一の磁性層の前方領域の幅寸法よりも大きく前記上部第一の磁性層の後方領域の幅寸法よりも小さい幅寸法で前記上部第一の磁性層と連結され、該連結領域よりも後方領域のより後退した領域において、前記上部第一の磁性層の後方領域の幅寸法よりも大きい幅寸法で形成されており、さらに前記下部コア、前記記録ギャップ層、前記上部第一の磁性層、前記上部第二の磁性層、前記絶縁層、及び前記薄膜コイルを支持する基板を有する薄膜磁気ヘッドによって、従来の薄膜磁気ヘッドによる場合に比し、磁気記録の高周波記録特性を大幅に向上させることができた。

【0088】また、媒体に近接する領域において、記録媒体と対向し記録時に下部ヨークとして機能する下部第一の磁性層と、記録媒体と対向する下部補助磁極性層

と、記録媒体と対向し記録時に下部磁極として機能する下部第二の磁性層と、記録媒体と対向する記録ギャップ層と、記録媒体と対向し記録時に上部磁極として機能する上部第一の磁性層と、記録時に上部ヨークとして機能する上部第二の磁性層とを順次積層させ、かつ、前記下部第一の磁性層、下部補助磁極層及び下部第二の磁性層と前記上部第一の磁性層の端面でエアベアリング層を構成し、前記上部第二の磁性層はこのエアベアリング面に近い領域では前記上部第一の磁性層の上に積層され、後退した領域では前記記録ギャップ層上の絶縁層及び絶縁層に包みこまれた薄膜コイル上に積層され、さらに、エアベアリング面から記録媒体とは反対の後方位置で前記下部第一の磁性層と前記上部第二の磁性層が連結され、さらに、前記下部第二の磁性層と前記上部第一の磁性層との対向間隔が記録ギャップ長に相当する長さでエアベアリング面から記録媒体とは反対側の後方まで延在するように形成され、さらに、前記下部第二の磁性層のエアベアリング面と垂直な方向の長さが下部補助磁極層の同方向の長さより長く形成し、かつ、前記下部第一の磁性層、前記下部補助磁極層、前記下部第二磁性層、前記記録ギャップ層、前記上部第一の磁性層、前記上部第二の磁性層、前記絶縁層、及び前記薄膜コイルを支持する基板を有する薄膜磁気ヘッドによっても、従来の薄膜磁気ヘッドによる場合に比し、磁気記録の高周波記録特性を大幅に向上させることができた。

【0089】

【発明の効果】本発明に係る薄膜磁気ヘッドによれば、渦電流による高周波記録特性悪化への影響を軽減することができ、300MHz以上の高周波領域で30dB以上の優れた高周波記録特性を有する複合型薄膜磁気ヘッドを実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る複合型薄膜磁気ヘッドの一例の斜視図である。

【図2】本発明に係る複合型薄膜磁気ヘッドの一例の縦断面図である。

【図3】本発明に係る複合型薄膜磁気ヘッドの一例を媒体対向面と平行な面から見た説明図である。

【図4】本発明に係る複合型薄膜磁気ヘッドの一例の斜視図である。

【図5】本発明に係る複合型薄膜磁気ヘッドの一例の縦断面図である。

【図6】本発明に係る複合型薄膜磁気ヘッドの一例の縦断面図である。

【図7】磁気ディスク装置の斜視図である。

【図8】記録媒体の断面図である。

【図9】本発明の薄膜磁気ヘッドと従来の薄膜磁気ヘッドによる記録の周波数特性の比較図である。

【図10】従来型の複合型薄膜磁気ヘッドの一例の斜視図である。

【図11】従来型の複合型薄膜磁気ヘッドの一例の斜視図である。

【図12】従来型の複合型薄膜磁気ヘッドの一例の縦断面図である。

【図13】従来型の複合型薄膜磁気ヘッドの一例の斜視図である。

【図14】従来型の複合型薄膜磁気ヘッドの一例の縦断面図である。

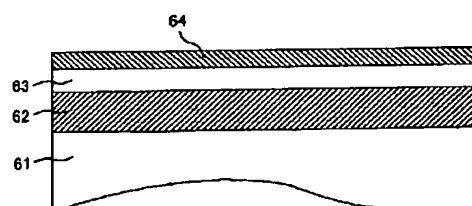
【図15】従来型の複合型薄膜磁気ヘッドの一例を媒体対向面と平行な面から見た説明図である。

【符号の説明】

1 基板、2 絶縁層、3 下部シールド層、4 下部絶縁層、5 磁気抵抗型素子型層、6 磁区制御層、7 電極層、8 上部絶縁層、9 上部シールド/下部コア層、9a 第三の磁性層、9b 第四の磁性層、9c 補助磁性層、10 記録ギャップ層、11 コイル層、12 絶縁層、12a 絶縁層、12b 絶縁層、12c 絶縁層、13 上部コア層、13a 第一の磁性層、13a1 前方領域、13a2 後方領域、13b 第二の磁性層、14 保護層、51 磁気記録媒体、52 磁気記録媒体を回転させる手段、53 複合型薄膜磁気ヘッド、54 ヘッドを媒体にアクセスさせる手段、55 記録再生信号処理手段、56 ヘッドがアンロード時に待避する機構部、61 基板、62 磁性膜、63 保護膜、64 潤滑膜。

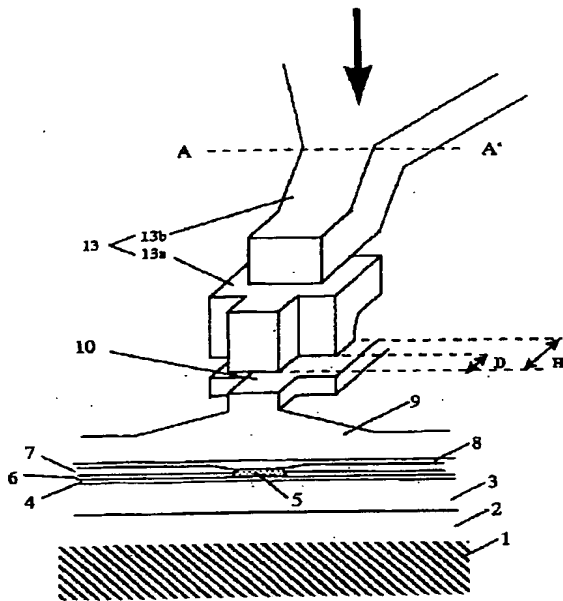
【図8】

図 8



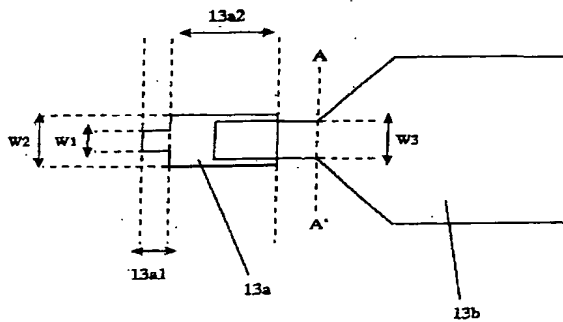
【図1】

図1



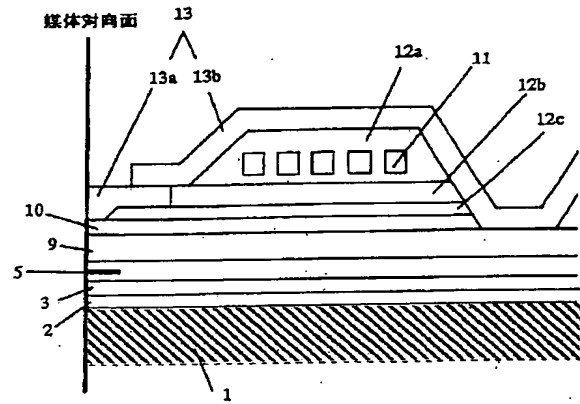
【図3】

図3



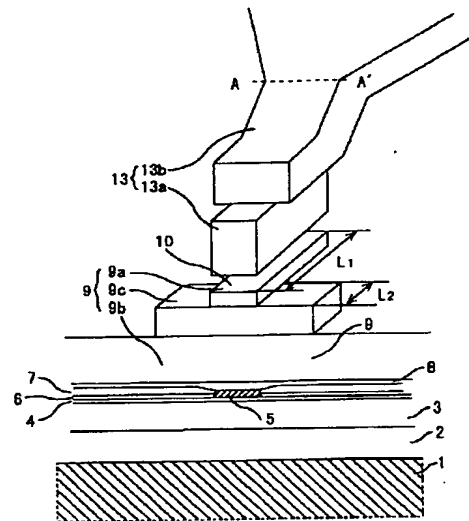
【図2】

図2



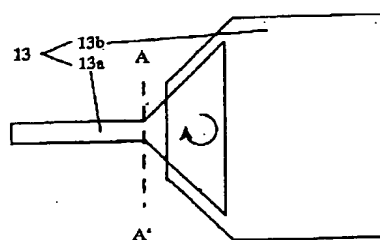
【図4】

図4



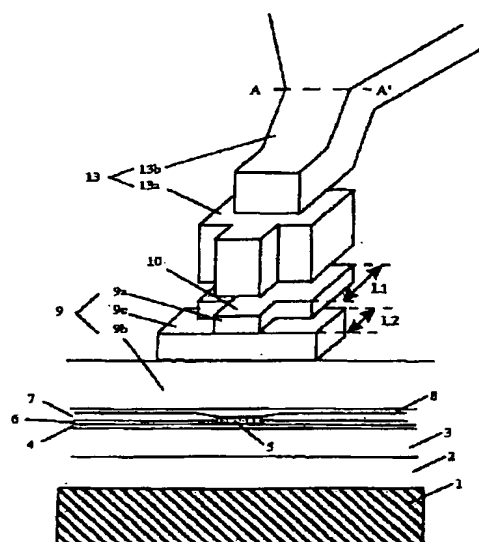
【図15】

図15



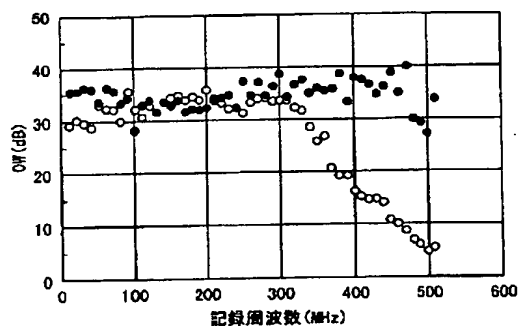
【図 6】

**6**



【图 9】

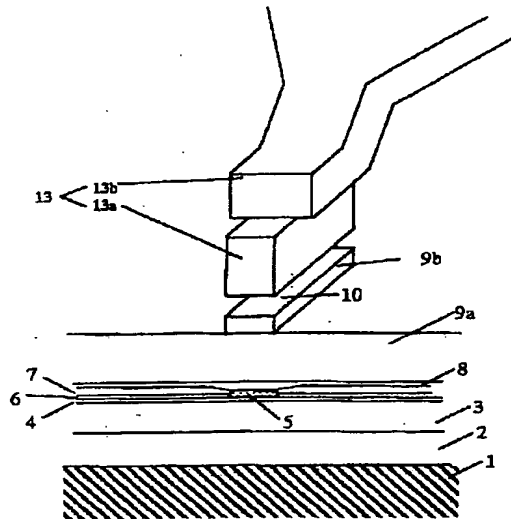
**图 9**



- 従来型の薄膜磁気ヘッド
- 本発明による薄膜磁気ヘッド

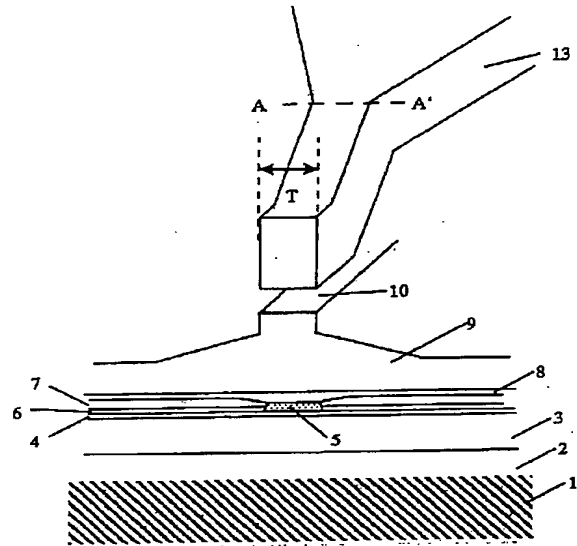
【図10】

図10



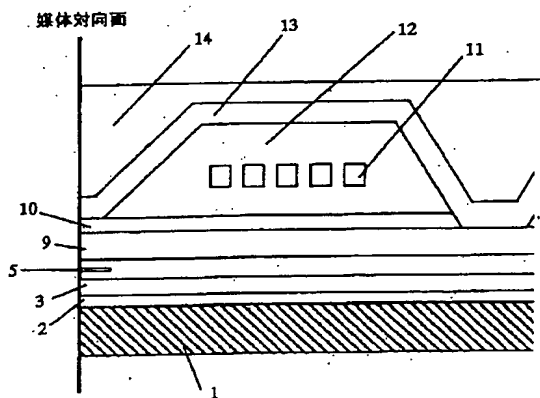
【図11】

図11



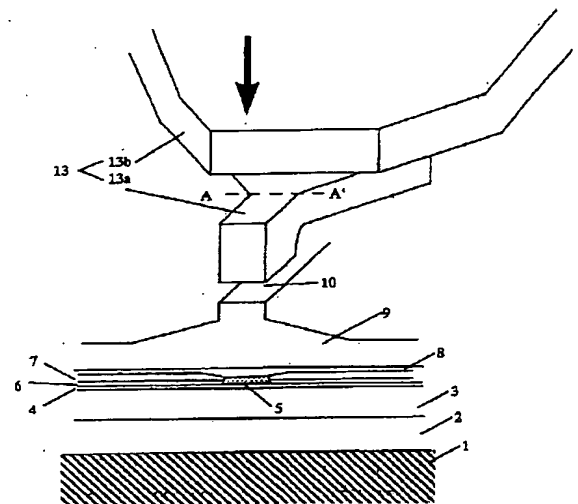
【図12】

図12



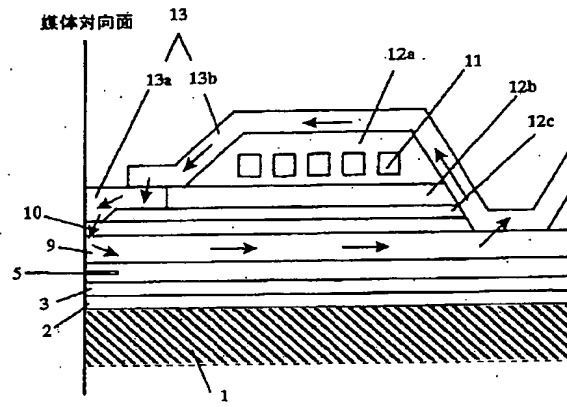
【図13】

図13



【図14】

図14



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-008209

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl.

G11B 5/31  
G11B 5/39

(21)Application number : 2000-194872

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 23.06.2000

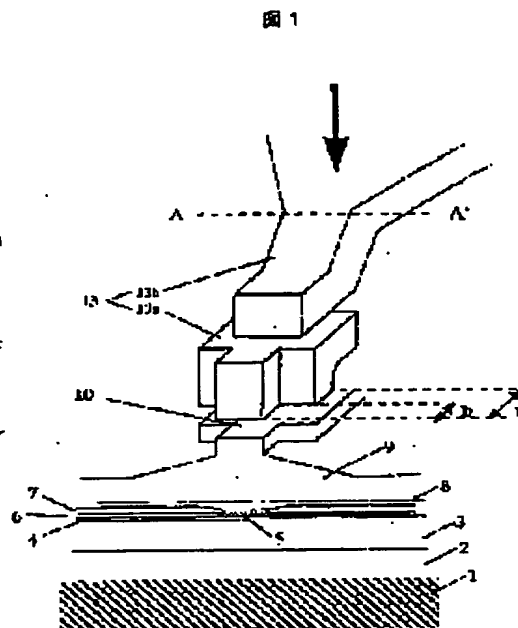
(72)Inventor : ISHII SEI  
MARUYAMA YOJI

## (54) COMPOSITE THIN FILM MAGNETIC HEAD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a composite thin film magnetic head that make possible to highly precisely form a narrow track width of  $1.0\ \mu\text{m}$  or less and that is reduced in the effect of eddy current on high frequency recording characteristics.

**SOLUTION:** By constituting a magnetic member constituting the recording function part of the composite thin film magnetic head of an upper first magnetic film comprising at least a lower core, a recording gap layer and an upper magnetic pole and an upper second magnetic film functioning as an upper yoke, which forms a structure allowing the dimension of a track width to be fabricated with high precision and also enabling the generation of eddy current to be reduced with respect to the shape of the upper first second connecting areas, the high frequency characteristics are realized, along with high recording density, for the composite thin film magnetic head.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-008209

(43)Date of publication of application : 11.01.2002

51)Int.Cl.

G11B 5/31  
G11B 5/39

21)Application number : 2000-194872

(71)Applicant : HITACHI LTD

22)Date of filing : 23.06.2000

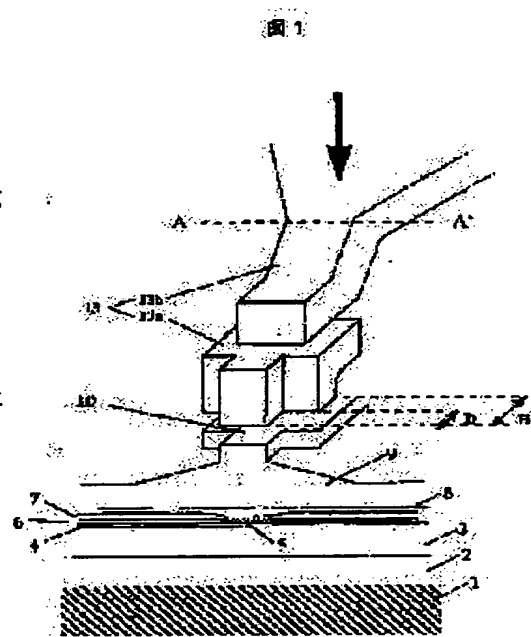
(72)Inventor : ISHII SEI  
MARUYAMA YOJI

## 54) COMPOSITE THIN FILM MAGNETIC HEAD

## 57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a composite thin film magnetic head that make possible to highly precisely form a narrow track width of  $0.1 \mu\text{m}$  or less and that is reduced in the effect of eddy current on high frequency recording characteristics.

**SOLUTION:** By constituting a magnetic member constituting the recording junction part of the composite thin film magnetic head of an upper first magnetic film comprising at least a lower core, a recording gap layer and an upper magnetic pole and an upper second magnetic film functioning as an upper yoke, which forms a structure allowing the dimension of a track width to be fabricated with high precision and also enabling the generation of eddy current to be reduced with respect to the shape of the upper first magnetic film connecting areas, the high frequency characteristics are realized, along with high recording density, for the composite thin film magnetic head.



## LEGAL STATUS

Date of request for examination]

Date of sending the examiner's decision of rejection]

Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application converted  
registration]

Date of final disposal for application]

Patent number]

Date of registration]

Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

Date of extinction of right]



## NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

---

LAIMS

---

## Claim(s)]

Claim 1] The field close to a medium characterized by providing the following A record medium and the lower core which counters A record medium and the record gap layer which counters The first magnetic layer of the upper part which counters with a record medium and functions as an up magnetic pole at the time of record The laminating of the second magnetic layer of the upper part which functions as an up yoke at the time of record is carried out one by one. And a pneumatic bearing layer is constituted from an end face of the aforementioned lower core and the first aforementioned magnetic layer of the upper part. In the field near this pneumatic bearing side, the laminating of the second aforementioned magnetic layer of the upper part is carried out on the first aforementioned magnetic layer of the upper part. A laminating is carried out on the thin film coil wrapped in the field which retreated by the insulating layer and insulating layer on the aforementioned record gap layer. from this pneumatic bearing side further in a back position opposite to a record medium The front field in which the aforementioned lower core and the second aforementioned magnetic layer of the upper part are connected with, and the first aforementioned magnetic layer of the upper part is formed with the end-face width-of-face size in a medium opposed face, It consists of back fields formed with a larger width-of-face size than the width-of-face size of the aforementioned front field. And the second aforementioned magnetic layer of the upper part is connected with the first aforementioned magnetic layer of the upper part in the back field of the first aforementioned magnetic layer of the upper part with a larger width-of-face size smaller than the width-of-face size of the back field of the first aforementioned magnetic layer of the upper part than the width-of-face size of the front field of the first aforementioned magnetic layer of the upper part. In the field which retreated from the back field's, it is formed with the larger width-of-face size than the width-of-face size of the back field of the first aforementioned magnetic layer of the upper part rather than this connection field. The substrate which furthermore supports the aforementioned lower core, the aforementioned record gap layer, the first aforementioned magnetic layer of the upper part, the second aforementioned magnetic layer of the upper part, the aforementioned insulating layer, and the aforementioned thin film coil

Claim 2] The field close to a medium characterized by providing the following The first magnetic layer of the lower part which counters with a record medium and functions as a lower yoke at the time of record A record medium and lower auxiliary magnetic pole \*\*\*\* which counters The second magnetic layer of the lower part which counters with a record medium and functions as a lower magnetic pole at the time of record A record medium, the record gap layer which counters, and the first magnetic layer of the upper part which counters with a record medium and functions as up magnetic poles at the time of record, The laminating of the second magnetic layer of the upper part which functions as an up yoke at the time of record is carried out one by one. And a pneumatic bearing layer is constituted from an end face of the first aforementioned magnetic layer of the lower part, a lower auxiliary magnetic pole layer and the second magnetic layer of the lower part, and the first aforementioned magnetic layer of the upper part. In the field near this pneumatic bearing side, the laminating of the second aforementioned magnetic layer of the upper part is carried out on the first aforementioned magnetic layer of the upper part. A laminating is carried out on the thin film coil wrapped in the field which retreated by the insulating layer and insulating layer on the aforementioned record gap layer. Furthermore, the first aforementioned magnetic layer of the lower part and the second aforementioned magnetic layer of the upper part are connected from a pneumatic bearing side in a back position opposite to a record medium. Furthermore, it is formed so that a record medium may extend from a pneumatic bearing side to the back of an opposite side by the length by which the opposite interval of the second aforementioned magnetic layer of the lower part and the first aforementioned magnetic layer of the upper part is equivalent to record gap length. Furthermore, the length of a direction perpendicular to the pneumatic bearing side of the second aforementioned magnetic layer of the lower part forms for a long time than the length of this direction of a lower auxiliary magnetic pole layer. And the first aforementioned magnetic layer of the lower part, the aforementioned lower auxiliary magnetic pole layer, the second

forementioned magnetic layer of the lower part, the aforementioned record gap layer, the first aforementioned magnetic layer of the upper part, the second aforementioned magnetic layer of the upper part, the aforementioned insulating layer, and the substrate that supports the aforementioned thin film coil

Claim 3] The first magnetic layer of the lower part which counters with a record medium and functions the aforementioned lower core as a lower yoke at the time of record, Carry out the laminating of a record medium, the lower auxiliary magnetic pole layer which counters, and the second magnetic layer of the lower part which counters with a record medium and functions as lower magnetic poles at the time of record one by one, and it is formed. And the first aforementioned magnetic layer of the lower part and the second aforementioned magnetic layer of the upper part are connected from a pneumatic bearing side in a back position opposite to a record medium. Furthermore, it is formed so that a record medium may extend from a pneumatic bearing side to the back of an opposite side by the length by which the opposite interval of the second aforementioned magnetic layer of the lower part and the first aforementioned magnetic layer of the upper part is equivalent to record gap length. Furthermore, the thin film magnetic head according to claim 1 characterized by the length of a direction perpendicular to the pneumatic bearing side of the second aforementioned magnetic layer of the lower part forming for a long time than the length of this direction of a lower auxiliary magnetic pole layer.

Claim 4] The aforementioned claim 1 to which the saturation magnetic flux density of the magnetic material which constitutes the first magnetic layer of the upper part is large at a record gap layer side, and is small characterized by the bird clapper by the far side, or the thin film magnetic head given in either of 3.

Claim 5] The compound-die thin film magnetic head given in either of claim 1 \*\* 4 characterized by having laid the magnetoresistance-effect element underground with the shield layer, the insulating layer, the magnetic-domain control layer, and the electrode between the aforementioned lower core or the second aforementioned magnetic layer of the lower part, and the aforementioned substrate, and considering as a record reproduction compound die.

Claim 6] The magnetic-recording medium which records information and which can be rotated, and a means to rotate this magnetic-recording medium, The thin film magnetic head which reproduces information for information from record or this magnetic-recording medium to this magnetic-recording medium, It has a move means to access this thin film magnetic head to the aforementioned magnetic-recording medium. In the magnetic recorder and reproducing device whose record frequency the aforementioned magnetic-recording medium rotates by 10,000 times or more per minute at the time of informational record or reproduction, and is 300MHz or more The aforementioned thin film magnetic head is a magnetic recorder and reproducing device characterized by the bird clapper from the thin film magnetic head according to claim 1 to 5.

## NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any errors or omissions caused by the use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### Detailed Description of the Invention]

[001]

The technical field to which invention belongs] this invention relates to the compound-die thin film magnetic head for carrying out high-density magnetic-recording reproduction especially, and the magnetic recorder and reproducing device using this about the record regenerative apparatus which used the compound-die thin film magnetic head and is compound-die thin film magnetic head.

[002]

Description of the Prior Art] Informational R/W is performed by the thin film magnetic head in the magnetic disk unit used for storage equipment. Generally the thin film magnetic head of the compound die equipped with the reproducing head for reading the recording head and information which write in information as the thin film magnetic head, respectively is used.

[003] The outline of drawing 11 and the compound-die thin film magnetic head used for 12 at the conventional magnetic disk unit is shown. Drawing 12 is drawing of longitudinal section of this compound-die thin film magnetic head, and drawing 11 is the perspective diagram of the principal part. As shown in drawing 11 and 22, on a substrate 1, the laminating of an insulating layer 2, the lower shield layer 3, the lower insulating layer 4, the magnetic-reluctance type element layer 5, the magnetic-domain control layer 6, the electrode layer 7, the up insulating layer 8, the lower an up shield-cum-] core layer 9, the record gap layer 10, the coil layer 11, an insulating layer 12, the up core layer 13, and the protective layer 14 is carried out one by one, and it consists of the conventional compound-die thin film A magnetic-recording medium is received in the compound-die thin film magnetic head of this conventional type. The lower [ an up shield-cum-] core layer 9, and the up core layer 13, The lower [ an up shield-cum-] core layer 9, and the coil layer 11 formed between the up core layers 13, A signal is recorded using the recording head which consists of a lower [ an up shield-cum-] core layer 9, and a record gap layer 10 pinched by the up core layer 14. A signal is produced by the reproducing head equipped with the magnetic-reluctance type element layer 5 arranged in the reproduction gap formed in the lower shield layer 3 and the lower [ an up shield-cum-] core layer 9.

[004] In the conventional thin film magnetic head, as shown in drawing 11, the up core layer 9 which constitutes a recording head is straightly prolonged toward back from a medium opposed face by the same width of face as the width-of-face size T which specifies the width of recording track in a medium opposed face, and becomes the configuration which spreads and goes toward back from the point of A-A in drawing' called flare point. Generally the up core configuration as shown in drawing 11 is used widely. It considers as this configuration for making magnetic flux supply effectively to near the record gap by narrowing down the magnetic flux guided from coil current by flare point A-A'.

[005] On the other hand, using the frame galvanizing method for the formation process of the up core layer of the thin film magnetic head of a conventional type is known widely. the frame galvanizing method -- an up core -- a conductor after turning the laminating of a coil and the insulating layer up one by one and forming the ground film for plating, magnetic films, such as a permalloy, are galvanized on the substrate in which the resist frame of a desired configuration was formed in by photolithography -, and the frame was formed after that Next, the mask of the field surrounded by photolithography - by the frame is carried out by the resist, wet etching removes an unnecessary magnetic film, and an up core layer is formed collectively.

[006] By the way, the inclination of large-capacity-izing and rapid-access-izing of a magnetic disk unit becomes still more remarkable, and highly efficient-ization of the thin film magnetic head is demanded in connection with it in recent years.

[007] . which needs to carry out densification of the amount of information recorded on per unit area, i.e., the field recording density, in order to raise the storage capacity of a magnetic disk unit -- for that, improvement in track density

and track recording density serves as a technical problem

0008] among these -- the improvement in track density sake -- the width of recording track of the thin film magnetic head -- a detail -- it is necessary to high-degree-of-accuracy-ize

0009] However, in the thin film magnetic head of a conventional type, as shown in drawing 12, since the up core layer 13 is formed after it carries out the laminating of the coil layer 11 and the insulating layer 12, it will need to carry out pattern formation of the magnetic pole point which specifies the width of recording track in the lower part with a level difference of about 9-15 micrometers which the coil layer 11 and an insulating layer 12 make. Specifically, about 4-5 micrometers of thickness of a resist are the need to 3-4 micrometers of thickness of the up core layer 13. Therefore, in the lower part of a level difference, the thickness of a resist will amount to 10 micrometers or more. On the other hand, since the thing 1 micrometer or less is in use now, by the thin film magnetic head of a conventional type, as for the width of recording track of the magnetic pole point in the up core layer 13, thickness will form the width of recording track 1 micrometer or less by the resist 10 micrometers or more. However, when the thickness of a resist film became thick too much to the width of recording track in this way, it was substantially difficult for the pattern collapse at the time of resist exposure, the fall of resolution, etc. to form the width of recording track correctly owing to.

0010] As a means to solve such a problem, the structure divided and formed in two, the first magnetic layer which functions considering an up core as an up magnetic pole, and the second magnetic layer which supplies the magnetic flux guided to the first magnetic layer by coil current, is indicated by JP,11-149621,A or JP,11-203630,A. Since it divides and forms in two portions which mentioned the up core above according to this structure, the level difference of the first magnetic layer which specifies the width of recording track can be sharply made small. Furthermore, the structure which canceled this level difference is indicated by JP,11-7609,A. It became possible to carry out pattern formation even of the width of recording track 1 micrometer or less with high precision by these methods.

0011] On the other hand, for improvement in the speed of the data transfer rate of a magnetic disk unit, the frequency of the time of recording information on a record medium increases rapidly, in recent years, amounts to 300MHz or more, and is utterly. It becomes important, when securing a required RF recording characteristic to make it the structure where a time change of the magnetic field generated from a record gap can fully follow, to a time change of the record current passed in a coil, while securing a magnetic field required for record in such a RF field.

0012] However, the contents which examined structure of preventing the structure which can form the \*\* width of recording track or its formation method, and record bleeding, and examined structure in relation to improvement in the RF property which amounts to no less than 300MHz are not reported by the well-known example mentioned above until now. The trouble at the time of seeing from a viewpoint of the improvement in a RF property in an above-mentioned well-known example is as stating below.

0013] That is, an important thing is in the configuration in the connection field of the first magnetic layer and the second magnetic layer about RF record especially by the compound-die thin film magnetic head which halves and forms an up core. Drawing 13, drawing 14, and drawing 15 are the aforementioned well-known example and an example of the compound-die thin film magnetic head which halves and forms the up core indicated by JP,11-149621,A. Drawing 14 is with [ of this compound-die thin film magnetic head ] drawing of longitudinal section, and drawing 13 is the perspective diagram of the principal part. In addition, the arrow shown all over drawing shows the situation of magnetic flux which flows the inside of a magnetic path, when current is passed in a coil. Moreover, drawing 15 is drawing seen from the direction of the arrow which showed first magnetic layer 13a and second magnetic layer 13b to drawing 13.

0014] In drawing 13, flare point A-A' is formed in first magnetic layer 13a, and first magnetic layer 13a and second magnetic layer 13b are mainly magnetically connected in the field which separates from a medium opposed face rather than flare point A-A'. The magnetic flux guided by coil current flows into second magnetic layer 13b from the first magnetic layer 13a in an almost perpendicular direction to the connection side of first magnetic layer 13a and second magnetic layer 13b so that drawing 14 may show here. For this reason, an eddy current arises in the sense of the arrow shown in a perpendicular flat surface, i.e., a connection side, to the direction where magnetic flux flows at drawing 15. If this connection area is large, the eddy current to produce will also become large and a RF recording characteristic will get worse. In the compound-die thin film magnetic head which halves and forms in drawing 14 the up core shown as an example, since first magnetic layer 13a and second magnetic layer 13b are mainly connected in a field broader than the width of recording track by the medium opposed face and opposite side from flare point A-A', this connection area becomes large, a big eddy current arises and a RF recording characteristic becomes bad. Therefore, in the compound-die thin film magnetic head which halves and forms such an up core, the configuration for the connection of the first magnetic layer and the second magnetic layer needed to be rationalized corresponding to RF record.

015] Moreover, an example of the compound-die thin film magnetic head currently indicated by JP,11-7609,A is shown in drawing 10. Here, the structure which canceled the level difference by the insulating layer to the first magnetic layer spread previously like is indicated. With this structure, the interval of the opposed face through the gap layer of the first magnetic layer and a lower core layer serves as composition which extends toward the direction which separates from a medium opposed face at the interval equivalent to gap length. For this reason, in the field which counters through the record gap layer of a medium opposed face, the first magnetic layer of an opposite side, and a lower core layer, magnetic-flux disclosure became large, the record magnetic field decreased, and there was a problem that sufficient write-in magnetic field could not be acquired in high density and RF record.

016]

Problem(s) to be Solved by the Invention] It is in the purpose of this invention offering the compound-die thin film magnetic head about improvement in high recording density and a RF property which solves an above-mentioned trouble, mitigates the influence on the RF recording characteristic aggravation by the eddy current produced in respect of connection of the first magnetic layer and the second magnetic layer, and has sufficient record capacity also by the \* width of recording track 1 micrometer or less in a RF record section 300MHz or more.

017]

Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the following means was used in this invention.

018] namely, the magnetism which constitutes the record function part of a compound-die thin film head -- at least the composition of a member with the first magnetic film of the upper part which constitutes a lower core, a record gap layer, and an up magnetic pole While constituting from the second magnetic film of the upper part which functions as a up yoke and considering as the composition in which highly minute processing of a width-of-recording-track size is possible The RF property of the compound-die thin film magnetic head was realized with high recording density by considering the configuration of the connection field of the up first and the upper part second as the composition which can mitigate eddy current generating.

019] Moreover, while aiming at improvement in high-density record and a RF property by this composition, by improvement of the relative configuration of these magnetic layers that are made to subdivide further the role of the magnetic layer which constitutes a magnetic circuit, and are constituted as a cascade screen, the magnetic field distribution and the improvement / improvement effect of magnetic field strength depending on magnetic layer composition and a geometry also doubled, and the further improvement in the RF property of the compound-die thin film magnetic head realized.

020] In the field which approaches a medium first as composition of the record function part of a compound-die thin film head A record medium, the lower core which counters, and a record medium and the record gap layer which counters, The first magnetic layer of the upper part which counters with a record medium and functions as an up magnetic pole at the time of record, The laminating of the second magnetic layer of the upper part which functions as a up yoke at the time of record is carried out one by one. And a pneumatic bearing layer is constituted from an end face of the aforementioned lower core and the first aforementioned magnetic layer of the upper part. In the field near this pneumatic bearing side, the laminating of the second aforementioned magnetic layer of the upper part is carried out on the first aforementioned magnetic layer of the upper part. A laminating is carried out on the thin film coil wrapped in the field which retreated by the insulating layer and insulating layer on the aforementioned record gap layer. from this pneumatic bearing side further in a back position opposite to a record medium The front field in which the aforementioned lower core and the second aforementioned magnetic layer of the upper part are connected with, and the first aforementioned magnetic layer of the upper part is formed with the end-face width-of-face size in a medium opposed face, It consists of back fields formed with a larger width-of-face size than the width-of-face size of the aforementioned front field. And the second aforementioned magnetic layer of the upper part is connected with the first aforementioned magnetic layer of the upper part in the back field of the first aforementioned magnetic layer of the upper part with a larger width-of-face size smaller than the width-of-face size of the back field of the first aforementioned magnetic layer of the upper part than the width-of-face size of the front field of the first aforementioned magnetic layer of the upper part. In the field which retreated from the back field's, it formed with the larger width-of-face size than the width-of-face size of the back field of the first aforementioned magnetic layer of the upper part rather than this connection field.

021] Since according to this means the first magnetic layer of the upper part and the second magnetic layer of the upper part are first connected magnetically in the second magnetic layer after narrowing down magnetic flux on the are point mentioned above, connection area can be made small. From this, the influence on the RF recording characteristic aggravation by the eddy current is mitigable in the connection side of the first magnetic layer and the second magnetic layer.

022] Moreover, since the width-of-face size of the second magnetic layer of the upper part in the connection field of the first magnetic layer of the upper part and the second magnetic layer of the upper part is narrower than the width-of-face size in the back field of the first magnetic layer of the upper part, it can suppress magnetic-flux disclosure in a connection field, and can supply magnetic flux to the first magnetic layer of the upper part effectively from the second magnetic layer of the upper part.

023] Furthermore, since it becomes broader [ the width-of-face size of the second magnetic layer in the connection field of the first magnetic layer and the second magnetic layer, and the width-of-face size of the back field of the first magnetic layer ] than the width-of-face size of the front field of the first magnetic layer in which both sides are equivalent to the width of recording track, loss of the magnetic flux guided from coil current becomes it is small and possible [ fully supplying magnetic flux required at the time of record to the record gap section near the medium opposed face ].

024] Moreover, since the width-of-face size in the back field of the first magnetic layer is broader than the width-of-face size of the second magnetic layer in a connection field, though a position gap arises in a connection field, since there is no change of connection area, a process margin becomes large.

025] That is, since it becomes possible to supply effectively the magnetic flux which could mitigate the influence on the RF recording characteristic aggravation by the eddy current, and was narrowed down on the flare point in the second magnetic layer upwards by making it the composition concerning this invention to the record gap section near the medium opposed face, in a RF field 300MHz or more, the compound-die thin film magnetic head which has sufficient record capacity also by the \*\* width of recording track 1 micrometer or less is realizable.

026] Moreover, the first magnetic layer of the lower part which counters with a record medium and functions as a lower yoke in the field close to a medium at the time of record, A record medium, the lower auxiliary magnetic layer which counters, and the second magnetic layer of the lower part which counters with a record medium and functions as lower magnetic poles at the time of record, A record medium, the record gap layer which counters, and the first magnetic layer of the upper part which counters with a record medium and functions as up magnetic poles at the time of record, The laminating of the second magnetic layer of the upper part which functions as an up yoke at the time of record is carried out one by one. And a pneumatic bearing layer is constituted from an end face of the first forementioned magnetic layer of the lower part, a lower auxiliary magnetic pole and the second magnetic layer of the lower part, and the first aforementioned magnetic layer of the upper part. In the field near this pneumatic bearing side, the laminating of the second aforementioned magnetic layer of the upper part is carried out on the first aforementioned magnetic layer of the upper part. A laminating is carried out on the thin film coil wrapped in the field which retreated by the insulating layer and insulating layer on the aforementioned record gap layer. Furthermore, magnetic layer connection of the aforementioned upper part second is connected with the first aforementioned magnetic layer of the lower part from a pneumatic bearing side in a back position opposite to a record medium. Furthermore, it is formed so that a record medium may extend from a pneumatic bearing side to the back of an opposite side by the length by which the opposite interval of the second aforementioned magnetic layer of the lower part and the first aforementioned magnetic layer of the upper part is equivalent to record gap length. Furthermore, the length of a direction perpendicular to the pneumatic bearing side of the second magnetic layer of the lower part formed for a long time than the length of this direction of a lower auxiliary magnetic layer.

027] In the compound-die thin film magnetic head of composition like this means, since the first magnetic layer of the upper part is formed evenly, a part without the level difference by the insulating layer and still highly precise width-of-recording-track formation are attained.

028] Furthermore, in order to consider the length of a direction perpendicular to the medium opposed face of the second magnetic layer of the lower part as the composition made longer than the length of a direction perpendicular to the medium opposed face of an auxiliary magnetic pole layer Although there is magnetic-flux disclosure through a record gap to the second magnetic layer of the shell lower part which is the upper part first, since it does not connect with the auxiliary magnetic pole layer magnetically in this field, the second magnetic layer of the lower part is magnetically saturated with the field which the lower part second and an auxiliary magnetic pole layer do not connect. Thus, in the field which the second magnetic layer of the lower part and an auxiliary magnetic layer do not connect, it is hard coming to reveal magnetic flux from the first magnetic layer of the upper part to the second magnetic layer of the lower part, if the second magnetic layer of the lower part is saturated magnetically through a record gap. That is, since magnetic-flux disclosure can be suppressed in the field which the second magnetic layer of the lower part and an auxiliary magnetic pole layer do not connect, it becomes possible to centralize the magnetic flux guided from a coil only on the section near the record gap in a medium opposed face.

029] Moreover, the saturation magnetic flux density of the magnetic material which constitutes the first magnetic layer of the upper part was large at the record gap layer side, and it adjusted the saturation magnetic flux density of the

rst magnetic layer of the upper part so that it might become small at a far side.

030] Furthermore, realization of the magnetic recorder and reproducing device of high recording density which was excellent in the RF property was enabled by realizing the compound-die thin film magnetic head which was excellent in the RF property, and using this compound-die thin film magnetic head by making the above-mentioned record medium in piles with the regenerative function section.

031]

Embodiments of the Invention] Hereafter, the form of operation of this invention is explained with reference to a drawing based on an example.

032]

[The first example] Drawing of longitudinal section of the compound-die thin film magnetic head [ in / the first example of this invention / in drawing 2 ] and drawing 1 are the perspective diagrams of the principal part of this head. Moreover, drawing 3 is a plan when seeing the up core layer 13 of the compound-die thin film magnetic head in the first example of this invention from the direction of the arrow of drawing 1 .

033] As shown in drawing 2 , in the compound-die thin film magnetic head concerning this invention, the lower magnetic-shielding layer 3 which carried out the laminating of the magnetic films, such as NiFe, through the insulating layer 2 is formed on the ceramic substrate 1. The laminating of the magnetic-reluctance type element layer 5, the magnetic-domain control layer 6, and the electrode layer 7 is carried out one by one through the lower insulating layer 4 formed from the insulating material of aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> grade on a lower magnetic-shielding layer. On the up insulating layer 8 which covers the magnetic-reluctance type element layer 5 and the electrode layer 7, and is formed, the laminating of the up shield layer 9 which serves as the function as a lower core layer of the recording head mentioned later is carried out, and the reproducing head is constituted. Here, the width-of-face size by the side of the record gap of the up shield layer 9 which serves as a lower core layer is formed so that it may become the same width of face as the width-of-face size by the side of the record gap of first magnetic layer 13a mentioned later, in view of a medium opposed face. Let the width-of-face size by the side of the record gap of the up shield layer 9 which serves as a lower core layer, and the width-of-face size by the side of the record gap of first magnetic layer 13a be the same width of face for suppressing the disclosure magnetic field from a track edge, and reducing record bleeding. And the recording head which consists of each magnetic layer is formed on this reproducing head.

034] Here, the width-of-face size by the side of the record gap of the up shield layer 9 which serves as a lower core layer is formed so that it may become the same width of face as the width-of-face size by the side of the record gap of first magnetic layer 13a mentioned later, in view of a medium opposed face. Let the width-of-face size by the side of the record gap of the up shield layer 9 which serves as a lower core layer, and the width-of-face size by the side of the record gap of first magnetic layer 13a be the same width of face for suppressing the disclosure magnetic field from a track edge, and reducing record bleeding. And the recording head which consists of each magnetic layer is formed on this reproducing head.

035] The laminating of the record gap layer 10 which consists of an insulator layer on the lower core layer 9 is carried out, it forms an insulating layer 12, the coil layer 11, and the up core layer 13 on it, and constitutes a recording head.

036] Here, the up core layer 13 consists of two magnetic layers of magnetic layer 13a of the upper part first which functions as an up magnetic pole by the record medium and the end which counters, and magnetic layer 13b of the upper part second which functions as an up yoke. Magnetic layer 13a of the upper part first functions as an up magnetic pole by the record medium and the end which counters. Magnetic layer 13b of the upper part second is magnetically connected with the lower core layer 9 in a back position opposite to a record medium, and has the function to transmit the magnetic flux guided from coil current to magnetic layer 13a of the upper part first.

037] Magnetic layer 13a of the upper part first consists of a front field 13a1 formed with the end-face width-of-face size W1 equal to the width of recording track, and a back field 13a2 formed with the width-of-face size W2 larger than the width-of-face size W1 of a front field.

038] Magnetic layer 13b of the upper part second is larger than the width-of-face size W1 of the front field 13a1 of the first magnetic layer of the upper part in the back field 13a2 of magnetic layer 13a of the upper part first. In the field which was connected with this first magnetic layer of the upper part by width-of-face size W3 narrower than the width-of-face size W2 of the back field 13a2 of this first magnetic layer of the upper part, and retreated from this connection field It is formed with a larger width-of-face size than the width-of-face size of the back field of the first forementioned magnetic layer of the upper part, and has become the configuration which spreads crosswise gradually.

039] In this composition, after narrowing down magnetic flux on the flare point mentioned above, in order to connect magnetically the first magnetic layer of the upper part, and the second magnetic layer of the upper part in the second



magnetic layer first, connection area is small. Consequently, the RF recording characteristic aggravation by the eddy current in the connection side of the first magnetic layer of the upper part and the second magnetic layer of the upper part is mitigable.

040] Moreover, since the width-of-face size of the second magnetic layer of the upper part in the connection field of the first magnetic layer of the upper part and the second magnetic layer of the upper part is narrower than the width-of-face size in the back field of the first magnetic layer of the upper part, it can suppress magnetic-flux disclosure in a connection field, and can supply magnetic flux to the first magnetic layer of the upper part effectively from the second magnetic layer of the upper part.

041] Furthermore, since both sides become broader than the width-of-face size in the medium opposite end face of the front field of the first magnetic layer of the upper part equivalent to the width of recording track, the width-of-face size of the second magnetic layer of the upper part in the connection field of the first magnetic layer of the upper part and the second magnetic layer of the upper part and the width-of-face size of the back field of the first magnetic layer of the upper part become possible [ fully supplying magnetic flux required at the time of record to the record gap section near the medium opposed face ].

042] That is, in the thin film magnetic head of this example, since it becomes possible to supply effectively the magnetic flux which could mitigate the RF recording characteristic aggravation by the eddy current, and was narrowed down on the flare point in the second magnetic layer of the upper part upwards to the record gap section near the medium opposed face, in a RF field 300MHz or more, the compound-die thin film magnetic head which has sufficient record capacity also by the \*\* width of recording track 1 micrometer or less is realizable.

043] Next, the manufacturing process of the compound-die magnetic head in the first example of this invention is explained.

044] First, on the substrate 1 which consists of ceramic material, such as Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and by which precision polish is carried out, the insulating layer 2 which consists of a high insulation of aluminum 2O<sub>3</sub> or SiO<sub>2</sub> grade and a non-magnetic material is formed by the thickness of 5-10 micrometers using the sputtering method, a vacuum deposition, VD, etc., and a lower shield layer is formed by the thickness of about 3 micrometers on this insulating layer 2. The laminating of the lower shield layer 3 is carried out using soft-magnetic-materials sputtering which consists of a permalloy, a Sendust, etc., or electrolysis plating. On the lower shield layer 3, the lower insulating layer 4 which consists of aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> grade is formed by the spatter etc., and the magnetoresistance-effect type element layer 5 formed from various magnetic layers on it is formed in a desired pattern configuration. The huge magnetoresistance-effect type (GMR) element from which a bigger reproduction output than an anisotropy magnetoresistance-effect type (AMR) element and the AMR element is obtained as a magnetoresistance-effect type element layer 5 is used.

045] Then, after removing the garbage of this magnetoresistance-effect type element layer 5 using ion milling, the electrode layer 7 which carried out the laminating of the conductive material aiming at supplying detection current, such as Au, Ta, Cu, and aluminum, to the magnetic-domain control layer 6 and the magnetoresistance-effect type element layer 5 which consist of hard magnetic materials, such as CoCrPt aiming at stabilizing the magnetoresistance-effect type element layer 5 magnetically, is formed in right and left of the magnetoresistance-effect type element layer one by one.

046] The laminating of the up insulating layer 8 which consists of aluminum<sub>2</sub>O<sub>3</sub> grade on it is carried out. Moreover, the lower core layer 9 is formed with a spatter or electrolysis plating, and the reproducing head is formed. This lower core layer 9 consists of soft magnetic materials, such as a permalloy, and has a function as an up shield of the magnetoresistance-effect type element layer 5.

047] Next, on the up [ a lower core-cum-] shield layer 9, insulator layers, such as aluminum 2O<sub>3</sub> and SiO<sub>2</sub>, are formed, and the record gap layer 10 is formed. Insulating-layer 12c which becomes a throw and the criteria of height on it is formed by the thickness of about 0.2 micrometers.

048] After forming insulating-layer 12c, magnetic layer 13a of the upper part first which forms 13 for an up core layer by the thickness of about 4 micrometers on it is formed in a desired configuration using frame plating. At this time, magnetic layer 13a of the upper part first is formed so that it may become the same width-of-face size as the width-of-face size W<sub>2</sub> of the back field 13a<sub>2</sub>. Then, using ion milling, by removing an unnecessary portion, the front field 13a<sub>1</sub> is formed so that it may become the width-of-face size W<sub>1</sub> equal to the desired width of recording track.

049] As for the width-of-face size W<sub>2</sub> of the back field 13a<sub>2</sub>, it is desirable to carry out more than the two times of the width-of-face size W<sub>1</sub> of the front field 13a<sub>1</sub> here. Since magnetic flux can be effectively supplied to near the record gap near a medium opposed face if it is made such composition, a generating magnetic field becomes large, and good recording characteristic can be obtained. When forming the width-of-face size W of the front field 13a<sub>2</sub> in 0.6 micrometers, it is desirable to form the width-of-face size of a back field in 1.2 micrometers or more.

050] Furthermore, if length D of the front field 13a<sub>1</sub> of magnetic layer 13a of the upper part first is formed shorter



an the throat height H, it will become possible to supply magnetic flux more effectively to the section near the medium opposed face. When specifically forming the throat height H in 1.0 micrometers, length D of the front field 13a1 is formed in 0.5 micrometers.

[0051] Moreover, record bleeding from a track edge can be reduced by processing it so that the width-of-face size of magnetic layer 13a of the upper part first and the width-of-face size by the side of the record gap of the lower core layer 9 may be arranged identically, in view of a medium opposed face.

[0052] As a magnetic material which constitutes magnetic layer 13a of the upper part first, a FeNi alloy, CoNiFe, etc. with increased Fe composition with saturation magnetic flux density higher than a permalloy and a permalloy are used. If it is made such the two-layer structure that may be formed by the two-layer structure which is large and makes small saturation magnetic flux density of the magnetic material which constitutes magnetic layer 13a of the upper part first by the far side by the side near the record gap layer 10, since the whole width of recording track will be covered and a record magnetic field and magnetic field inclination will serve as a uniform distribution, a recording characteristic improves.

[0053] Specifically, the layer of the side near the record gap layer 10 of magnetic layer 13a of the upper part first is formed with the FeNi alloy which increased Fe composition, and the layer of a far side is formed by the permalloy.

[0054] Next, insulating-layer 12b, such as aluminum 2O<sub>3</sub>, is formed after forming the width of recording track by ion milling more thickly than first magnetic layer 13a, flattening processing is performed using mechanization study-polish (CMP), and the front face of up magnetic layer 13a is exposed. Then, insulating-layer 12a, such as the coil layer 11 which consists of conductive material, such as Cu, aluminum 2O<sub>3</sub>, and SiO<sub>2</sub>, is formed one by one. Here, although the detail is further illustrated as a coil layer 11 to [drawing 2](#), even if it makes a coil layer into a bilayer or the multilayer of three layers, there is especially no problem.

[0055] Insulating-layer 12a is formed in the configuration of a request of magnetic layer 13a of the upper part second which consists of soft magnetic materials, such as a permalloy, with frame plating after formation. At this time, in the front face of the back field 13a2 of magnetic layer 13a of the upper part first which carried out flattening by CMP, magnetic layer 13b of the upper part second is larger than the width-of-face size W1 of the front field 13a1 of magnetic layer 13a of the upper part first, and it is formed so that it may become narrower than the width-of-face size W2 of the back field 13a2.

[0056] Moreover, in order to supply effectively the magnetic flux guided from coil current to the record gap near the medium opposed face, width-of-face size W3 in a connection field with 13a of the upper part first of magnetic layer 13b of the upper part second has the larger possible desirable one. When process tolerance is also considered collectively, in this example, it is desirable to increase width-of-face size W3 in a connection field with magnetic layer 13a of the upper part first of magnetic layer 13b of the upper part second 0.8 times of the width-of-face size W2 of the back field 13a2 of magnetic layer 13a of the upper part first.

[0057] For example, when setting the width-of-face size W2 of 0.6 micrometers and the back field 13a2 to 2.0 micrometers for the width-of-face size W1 of the front field 13a1 of magnetic layer 13a of the upper part first, width-of-face size W3 in a connection field with magnetic layer 13a of the upper part first of magnetic layer 13b of the upper part second is formed in 1.6 micrometers.

[0058] And the compound-die thin film magnetic head which covers the whole by the protective coat 14 and starts this invention is completed.

[0059] Moreover, the lower [an up shield layer-cum-] core layer 9 may separate and form an up shield layer and a lower core layer. In this case, what is necessary is just to form a lower core layer further through an insulating layer after forming an up shield layer. Thus, if an up shield layer and a lower core layer are separated and formed, since the stance of the magnetoresistance-effect type element and record gap which read information will separate, the influence of the magnetic-reluctance type element on a record magnetic field can be mitigated, and the stable output can be obtained. The laminating of SiO<sub>2</sub> or the aluminum 2O<sub>3</sub> is specifically carried out for the up shield layer which consists of soft magnetic materials, such as a permalloy, as an insulating layer after formation by plating, the spatter, etc. after forming an up insulating layer, and a lower core layer is further formed by the permalloy etc. on it.

[0060] Furthermore, the lower [an up shield-cum-] core layer 9 may form the magnetic flux guided from coil current / dividing into two, the portion transmitted to a record gap, and the portion which functions as lower magnetic poles substantially.

[0061] Thus, in the compound-die thin film magnetic head concerning the formed this invention, it becomes possible to mitigate the influence on the RF recording characteristic aggravation by the eddy current produced in the connection side of magnetic layer 13a of the upper part first, and magnetic layer 13b of the upper part second.

[0062]

The second example] Furthermore, the second example concerning this invention is explained with reference to

rawing 4 and drawing 5 . Drawing 5 is drawing of longitudinal section of the compound-die thin film magnetic head of the second example, and drawing 4 is the perspective diagram of the principal part of this head.

0063] After carrying out the laminating of the insulating layer 2 on a substrate 1 in this example, the lower shield layer 3, the lower insulating layer 4, the magnetoresistance-effect type element layer 5, the magnetic-domain control layer 6, the electrode layer 7, the up insulating layer 8, and up shield layer 9b are formed one by one, and the reproducing head is formed. The composition of the compound-die thin film magnetic head in this example so far is the same as that of the first example. However, some different features from the first example are that it describes as follows.

0064] The laminating of the record gap layer 10 which consists of an insulator layer on the lower core 9 is carried out, forms the coil layer 11 and the up core layer 13 on it, and constitutes a recording head.

0065] Here, the up core layer 13 consists of two magnetic layers of magnetic layer 13a of the upper part first, and magnetic layer 13b of the upper part second. Magnetic layer 13a of the upper part first functions as an up magnetic pole by the record medium and the end which counters. It connects with the lower core layer 9 magnetically by the record medium and the end which does not counter, and magnetic layer 13b of the upper part second has the function to transmit the magnetic flux guided from coil current to magnetic layer 13a of the upper part first.

0066] Moreover, the lower core 9 consists of three magnetic layers, first magnetic layer of the lower part 9b, second magnetic layer of the lower part 9a, and auxiliary magnetic pole layer 9c, as shown in drawing 4 and drawing 5 . While magnetic layer 9b of the lower part first has the function which is connected with magnetic layer 13b of the upper part second by the record medium and the end which does not counter, and supplies the magnetic flux from coil current to magnetic layer 9a of the lower part second, it serves also as the function of an up shield to the reproducing head. Magnetic layer 9a of the lower part second functions as a lower magnetic pole by the end which counters a record medium. Auxiliary magnetic pole layer 9c connects magnetically magnetic layer 9b of the lower part first, and magnetic layer 9a of the lower part first with a record medium by the end which counters.

0067] Here, the interval of the field which counters the record gap of magnetic layer 9a of the lower part second, and the field which counters the record gap of magnetic layer 13a of the upper part first is formed so that a record medium may extend from a pneumatic bearing side to the back of an opposite side by the length equivalent to record gap length. Furthermore, the length L1 of a direction perpendicular to the pneumatic bearing side of magnetic layer 9a of the lower part second has come to become the composition made longer than the length L2 of this direction of auxiliary magnetic pole layer 9c.

0068] In such the compound-die thin film magnetic head of composition, since magnetic layer 13a of the upper part first will be formed on the flat front face of the record gap layer 10, a part without the level difference of an insulating layer and still highly precise width-of-recording-track formation are attained.

0069] Furthermore, the field where magnetic layer 9a of the lower part second and auxiliary magnetic pole layer 9c do not connect the length L1 of a direction perpendicular to the pneumatic bearing side of magnetic layer 9a of the lower part second by making it longer than the length L2 of this direction of auxiliary magnetic layer 9c is formed. In this field, since magnetic-flux disclosure can be suppressed, it becomes possible to centralize the magnetic flux guided from a coil only on the section near the record gap in a medium opposed face.

0070] Next, the manufacturing process of the compound-die magnetic head in the second example of this invention is explained. In addition, the process which forms magnetic layer 9b of the lower part first which serves as the function as an up shield of a magnetoresistance-effect type element from the process which forms an insulating layer 2 in a substrate 1 is the completely same process as the first example.

0071] After forming magnetic layer 9b of the lower part first which serves as the function as an up shield of a magnetoresistance-effect type element from soft magnetic materials, such as a permalloy, auxiliary magnetic layer 9c which similarly consists of a permalloy etc. is formed in a desired configuration combining the frame plating galvanizing method and ion milling.

0072] And after covering auxiliary magnetic pole layer 9c by insulating-layer 12c and performing flattening processing by CMP, the front face of auxiliary magnetic pole layer 9c is exposed. Then, package formation of the three layers of magnetic layer 13 of the upper part first which functions as magnetic pole of second magnetic layer of the lower part 9a [ which functions as a lower magnetic pole of a lower core ], record gap layer 10, and up core 13 is carried out at a desired configuration using the frame galvanizing method.

0073] For this reason, in a medium opposed face, the width-of-face size by the side of the record gap of magnetic layer 9a of the lower part second and magnetic layer 13a of the upper part first will be formed in the same width of face. Moreover, to the pneumatic bearing side of magnetic layer 9a of the lower part second, the length L1 of a perpendicular direction is formed so that it may become long composition from the length L2 of this direction of auxiliary magnetic pole layer 9c.

0074] At this time, it is desirable to form the length L1 of a perpendicular direction in 3 or more times of the length L2 of this direction of auxiliary magnetic pole layer 9c to the pneumatic bearing side of magnetic layer 9a of the lower part second. L1 is formed in 3 micrometers or more when forming these L2 in 1 micrometer.

0075] A FeNi alloy, CoNiFe, etc. to which the magnetic material which constitutes magnetic layer 9a of the lower part second and magnetic layer 13a of the upper part first increased Fe composition with saturation magnetic flux density higher than a permalloy and a permalloy are used.

0076] Furthermore, since an insulator cannot be used for the material of the record gap layer 10 when carrying out package formation of second magnetic layer of the lower part 9a, the record gap layer 10, and the three layers of magnetic layer 13 of the upper part first a, and using electrolysis plating, Cu, Ta, etc. which are nonmagnetic conductivity material are used.

0077] Then, after covering the whole by insulating-layer 12b again and exposing the front face of magnetic layer 13a of the upper part first by flattening processing by CMP, the coil layer 11 and insulating-layer 12a are formed on it. Then, magnetic layer 13b of the upper part second which consists of soft magnetic materials, such as a permalloy, is formed in a desired configuration by the frame galvanizing method. At this time, magnetic layer 13b of the upper part second uses for and forms the frame galvanizing method etc. on the front face which carried out flattening by CMP. And the whole is covered by the protective coat 14 and the compound-die thin film magnetic head which is the second example of this invention is completed.

0078] In the compound-die thin film magnetic head of the composition of the second example, second magnetic layer of the lower part 9a, the record gap layer 10, and three layers of magnetic layer 13 of the upper part first a are collectively formed using the frame galvanizing method. Therefore, since it mentioned above and the width-of-face size by the side of the record gap of second magnetic layer of the lower part 9a and magnetic layer 13a of the upper part first is formed of the resist frame by which pattern formation was carried out to high degree of accuracy, the doubling precision of the width-of-face size which is these two also improves.

0079] Furthermore, the compound-die thin film magnetic head which can mitigate the influence on the RF recording characteristic aggravation by the eddy current is realizable by using the up core structure explained in the first example as shown in drawing 6.

0080] [The third example] An example of the magnetic disk unit using the thin film magnetic head which starts this invention as drawing 7 is shown as the third example.

0081] The magnetic-recording medium 51 by which this equipment records information and which can be rotated, and means 52 to rotate this magnetic-recording medium, The compound-die thin film magnetic head 53 which reproduces information for information from record or this information magnetic-recording medium to this magnetic-recording medium, A means 54 to make this compound-die thin film magnetic head access the aforementioned magnetic-recording medium, The signal input means to this compound-die thin film magnetic head, a record regenerative-signal processing means 55 to perform output signal reproduction from this compound-die thin film magnetic head, and the mechanism section 56 that this compound-die thin film magnetic head shunts at the time of an unload were constituted as shown in drawing 7.

0082] Thus, as a result of over-writing property measurement estimating the performance of the recording head by this invention stated in the first example and the second example with the constituted equipment, the outstanding RF recording characteristic 30dB or more was obtained also in the RF field 300MHz or more.

0083] An example of the RF recording characteristic comparative evaluation of this invention and the conventional thin film magnetic head is shown in drawing 9. In this view, a horizontal axis is record frequency (MHz unit), and a vertical axis is the over-writing property (dB unit) of a signal. It is among this drawing as a result of [ of the frequency characteristic by the thin film magnetic head which the black dot showed to the first example of this invention, and the conventional thin film magnetic head which the white round head showed to drawing 13 ] measurement. The RF property is improving sharply by the thin film magnetic head of this invention, and this result is an example which shows that the outstanding RF recording characteristic 30dB or more was obtained like \*\*\*\* also in the RF field which exceeds 300MHz by this invention.

0084] Moreover, according to the example of \*\*\*\* 3, the high recording density magnetic medium described below is also received. Can record enough in a RF field and a high-speed-data transfer of the record frequency of 300MHz or more and 10,000 or more rpm of magnetic-disk rotational frequencies is possible. Moreover, in this invention first and the second example, the information record regenerative apparatus of two or more [ 20GB //inch ] field recording density which was excellent in the RF recording characteristic, and 80 or more MB/s of transfer rates is obtained from being compounded with the reproducing head which has a magnetoresistance-effect type element as mentioned above.

0085] The aforementioned magnetic disk forms the magnetic film 62 which makes Co a principal component by the

thickness of 15nm, after forming the ground film which made Cr the principal component on the rigid base which takes a principal component the glass used as a substrate 61, the soda alumino silica glass by which the chemical strengthening was carried out, or ceramics, as shown in drawing 8 . Furthermore, on it, the lubricant which formed the protective coat 63 upwards by the thickness of 4nm, and makes a perfluoroalkyl polyether etc. a principal component is applied, and lubricating film 64 with a thickness of 2nm is formed.

0086] The magnetic film 62 which makes Above Co a principal component may contain at least one element chosen from Cr and Pt. Although the magnetic-recording medium was formed using the Co-21 atom %-15 atom %Pt alloy target in this example, since a medium noise will increase if addition concentration is decreased rather than 18 atom %, the concentration of Cr to add may be the range of 18 atom % to 23 atom %. When it decreases rather than 12 atom % and the product Brt of the residual magnetic flux density of a medium and the thickness of a magnetic film is 3mA or less, if platinum addition concentration is held for a long time [ after / record ], thermal fluctuation will become easy to reduce it. Moreover, when platinum addition concentration was added exceeding 30 atom %, the overwrite property deteriorated. As for the addition concentration of the platinum added from these results, it is desirable that it is below 30 atom % more than 12 atom %. Furthermore, as an alloying element, by choosing B and P, the diameter of crystal grain of a magnetic layer turns minutely, and is useful to reduction of a medium noise. As for the amount of these alloying elements, it is desirable from the point of the mass-production nature of a target to consider as a maximum of 10 atom %.

0087] The lower core which counters with a record medium in the field close to a medium so that clearly from the above example, A record medium, the record gap layer which counters, and the first magnetic layer of the upper part which counters with a record medium and functions as up magnetic poles at the time of record, The laminating of the second magnetic layer of the upper part which functions as an up yoke at the time of record is carried out one by one. And a pneumatic bearing layer is constituted from an end face of the aforementioned lower core and the first aforementioned magnetic layer of the upper part. In the field near this pneumatic bearing side, the laminating of the second aforementioned magnetic layer of the upper part is carried out on the first aforementioned magnetic layer of the upper part. A laminating is carried out on the thin film coil wrapped in the field which retreated by the insulating layer and insulating layer on the aforementioned record gap layer. from this pneumatic bearing side further in a back position opposite to a record medium The front field in which the aforementioned lower core and the second aforementioned magnetic layer of the upper part are connected with, and the first aforementioned magnetic layer of the upper part is formed with the end-face width-of-face size in a medium opposed face, It consists of back fields formed with a larger width-of-face size than the width-of-face size of the aforementioned front field. And the second aforementioned magnetic layer of the upper part is connected with the first aforementioned magnetic layer of the upper part in the back field of the first aforementioned magnetic layer of the upper part with a larger width-of-face size smaller than the width-of-face size of the back field of the first aforementioned magnetic layer of the upper part than the width-of-face size of the front field of the first aforementioned magnetic layer of the upper part. In the field which retreated from the back field's, it is formed with the larger width-of-face size than the width-of-face size of the back field of the first aforementioned magnetic layer of the upper part rather than this connection field. By the thin film magnetic head which has the substrate which furthermore supports the aforementioned lower core, the aforementioned record gap layer, the first aforementioned magnetic layer of the upper part, the second aforementioned magnetic layer of the upper part, the aforementioned insulating layer, and the aforementioned thin film coil It was able to compare, when based on the conventional thin film magnetic head, and the RF recording characteristic of magnetic recording was able to be raised sharply.

0088] Moreover, the first magnetic layer of the lower part which counters with a record medium and functions as a lower yoke in the field close to a medium at the time of record, A record medium, lower auxiliary magnetic pole \*\*\*\* which counters, and the second magnetic layer of the lower part which counters with a record medium and functions as lower magnetic poles at the time of record, A record medium, the record gap layer which counters, and the first magnetic layer of the upper part which counters with a record medium and functions as up magnetic poles at the time of record, The laminating of the second magnetic layer of the upper part which functions as an up yoke at the time of record is carried out one by one. And a pneumatic bearing layer is constituted from an end face of the first aforementioned magnetic layer of the lower part, a lower auxiliary magnetic pole layer and the second magnetic layer of the lower part, and the first aforementioned magnetic layer of the upper part. In the field near this pneumatic bearing side, the laminating of the second aforementioned magnetic layer of the upper part is carried out on the first aforementioned magnetic layer of the upper part. A laminating is carried out on the thin film coil wrapped in the field which retreated by the insulating layer and insulating layer on the aforementioned record gap layer. Furthermore, the first aforementioned magnetic layer of the lower part and the second aforementioned magnetic layer of the upper part are connected from a pneumatic bearing side in a back position opposite to a record medium. Furthermore, it is formed

that a record medium may extend from a pneumatic bearing side to the back of an opposite side by the length by which the opposite interval of the second aforementioned magnetic layer of the lower part and the first aforementioned magnetic layer of the upper part is equivalent to record gap length. Furthermore, the length of a direction perpendicular to the pneumatic bearing side of the second aforementioned magnetic layer of the lower part forms for a long time than the length of this direction of a lower auxiliary magnetic pole layer. And the first aforementioned magnetic layer of the lower part, the aforementioned lower auxiliary magnetic pole layer, the second aforementioned magnetic layer of the lower part, Also by the thin film magnetic head which has the aforementioned record gap layer, the first aforementioned magnetic layer of the upper part, the second aforementioned magnetic layer of the upper part, the aforementioned insulating layer, and the substrate that supports the aforementioned thin film coil, it was able to compare, when based on the conventional thin film magnetic head, and the RF recording characteristic of magnetic recording was able to be raised sharply.

1089]

[Effect of the Invention] According to the thin film magnetic head concerning this invention, the influence on the RF recording characteristic aggravation by the eddy current can be mitigated, and the compound-die thin film magnetic head which has the outstanding RF recording characteristic 30dB or more in a RF field 300MHz or more can be realized.

---

[translation done.]

## NOTICES \*

pan Patent Office is not responsible for any  
 mages caus d by th use of this translation.

This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

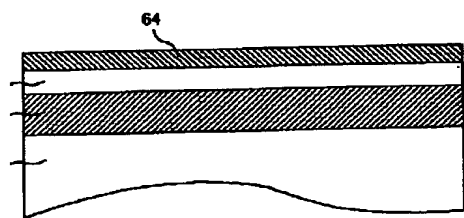
\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

In the drawings, any words are not translated.

## RAWINGS

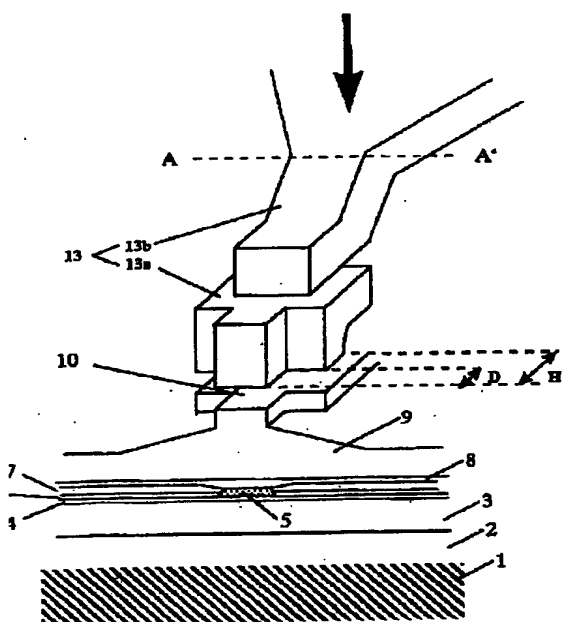
rawing 8]

图 8



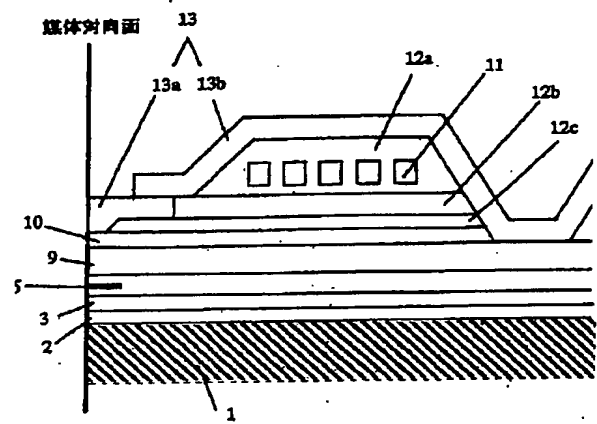
rawing 1]

图 1



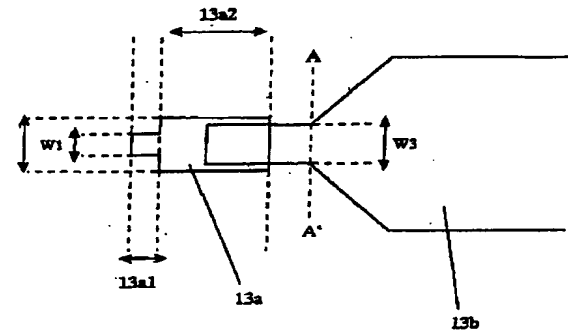
rawing 2]

图 2



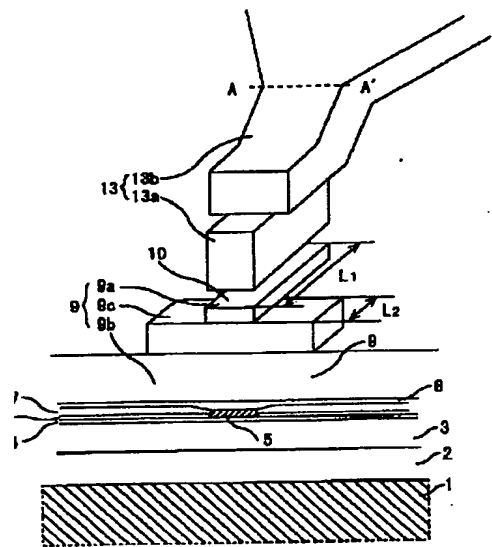
Drawing 3]

图 3



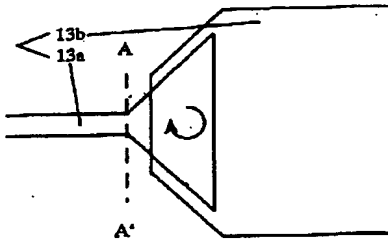
Drawing 4]

图 4



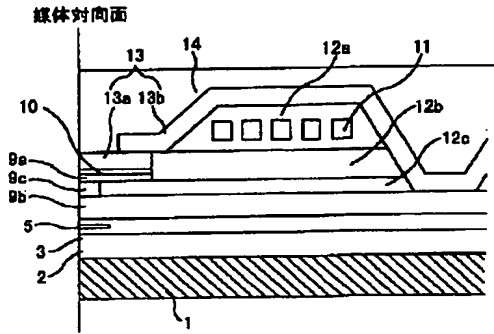
Drawing 15]

圖 15



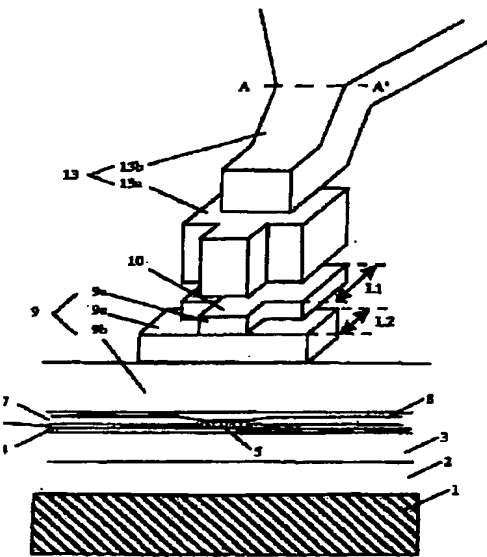
Drawing 5]

圖 5



Drawing 6]

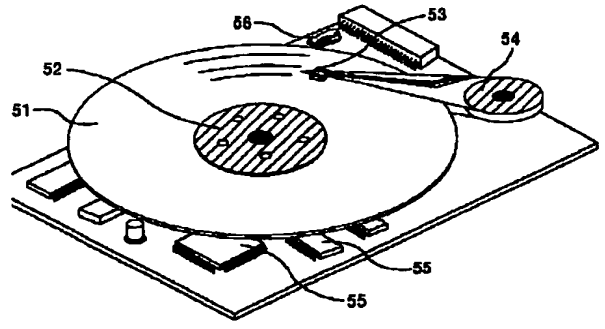
圖 6



Drawing 7]

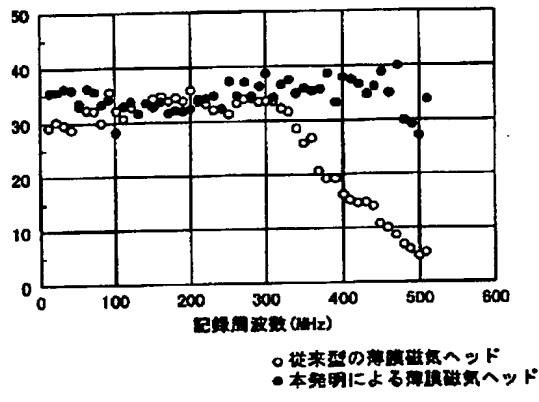


図 7



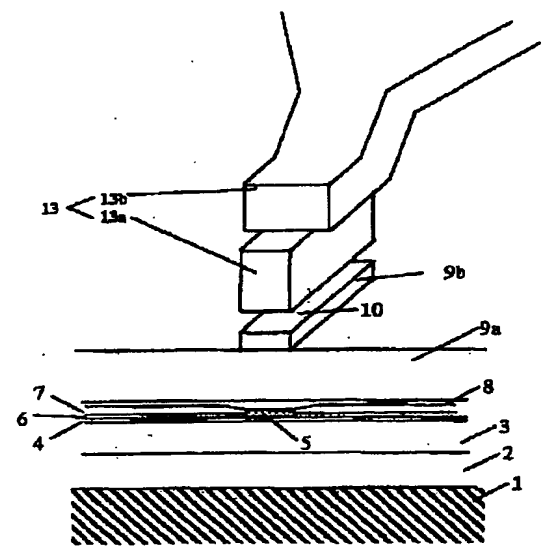
Drawing 9]

図 8



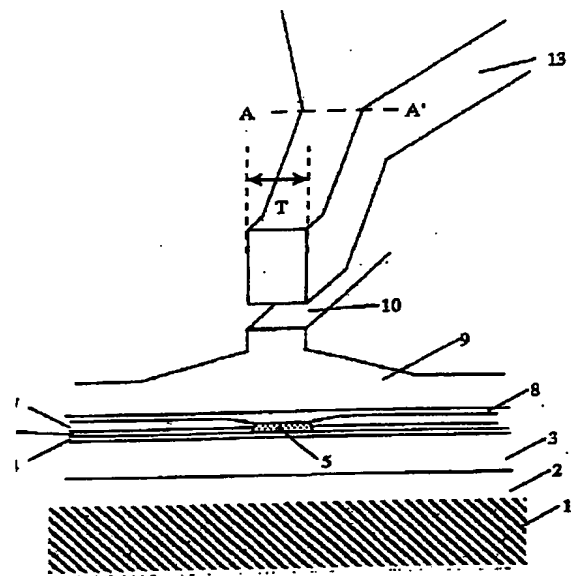
Drawing 10]

図 10



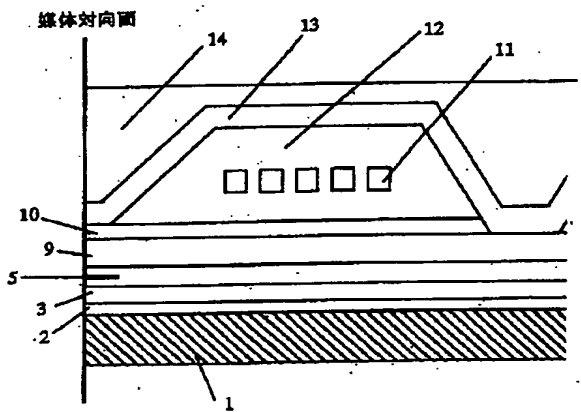
Drawing 11]

图 1 1



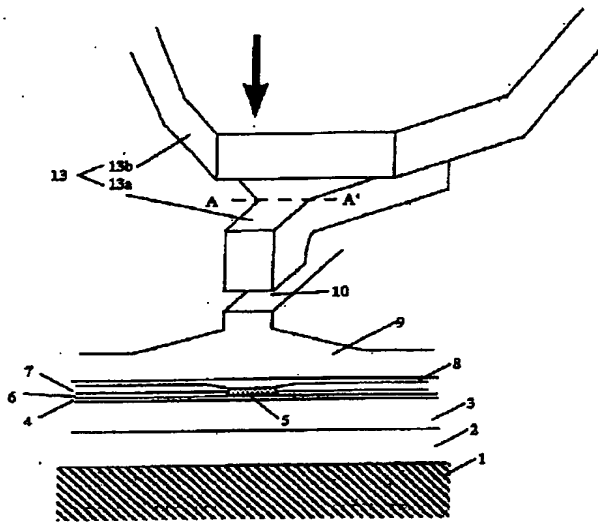
Drawing 12]

图 1 2



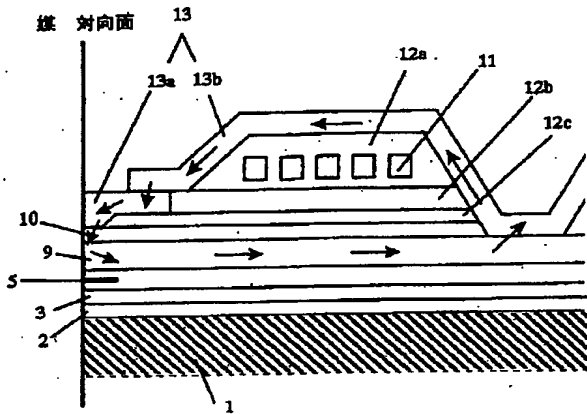
Drawing 13]

图 13



Drawing 14]

图 14



translation done.]